

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



**REPARAÇÃO DE COMPÓSITO: EFEITO DE DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE NUM COMPÓSITO
NANOPARTICULADO ATRAVÉS DE VISUALIZAÇÃO AO SEM**

Marta Madeira de Carvalho Rasteiro

MESTRADO INTEGRADO

2011

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA



**REPARAÇÃO DE COMPÓSITO: EFEITO DE DIFERENTES
TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE NUM COMPÓSITO
NANOPARTICULADO ATRAVÉS DE VISUALIZAÇÃO AO SEM**

Marta Madeira de Carvalho Rasteiro

Dissertação orientada por

Dra. Ana Pequeno

2011

*Este trabalho é dedicado aos meus pais, ao David e ao Rodrigo,
pelo apoio e incentivo constantes.*

AGRADECIMENTOS

À Dra Ana Pequeno, pela amizade, ensinamentos e disponibilidade na orientação deste estudo. Pelo apoio e incentivo que sempre me transmitiu o meu muito obrigado, espero com o meu empenho e dedicação ter correspondido às suas expectativas.

À Dra Catarina Coito pela disponibilidade ao longo deste processo.

Ao Professor Doutor Luís Pires Lopes, pela disponibilização das instalações, material e equipamentos do Laboratório de Materiais Dentários da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa, imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor António Mata, pela disponibilização do equipamento do Laboratório de Biologia Oral da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade de Lisboa.

Aos meus pais e ao David que são uma fonte inesgotável de incentivo, disponibilidade e, que sempre me transmitiram que ser bom não chega é preciso ser excelente. Muito obrigada.

Ao Rodrigo pela sua compreensão durante estes últimos meses, pela sua amizade e dedicação. A sua ajuda foi fundamental na realização deste projecto. Muito obrigada.

Resumo

A reparação de compósitos é um tema amplamente documentado e, é cada vez mais uma opção relativamente à substituição completa da restauração no intuito de aumentar a longevidade das restaurações. Um procedimento indispensável na reparação é o tratamento de superfície, porém ainda não existe consenso quanto ao método e ao protocolo mais eficazes.

Objectivo: este estudo *in vitro* teve como objectivo avaliar as alterações de superfície provocadas por diferentes tratamentos de superfície, numa resina nanoparticulada.

Materiais e métodos: Foi testado um compósito nanoparticulado Filtek XT (3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA), a partir do qual se obtiveram 15 amostras que foram polidas e seguidamente colocadas na incubadora a 37° durante 24 horas. As amostras foram divididas aleatoriamente em 5 grupos. O grupo 1 foi apenas exposto a água destilada e, nos seguintes onde foram aplicados respectivamente os tratamentos: ácido fosfórico a 35%, broca diamantada, jacto de óxido de alumínio partículas de 50 µm e jacto de bicarbonato de sódio. Todos os espécimes foram observados ao SEM.

Resultados: As amostras onde foi aplicado jacto de óxido de alumínio demonstraram mais irregularidades, macro e micro retenções comparativamente aos outros métodos avaliados.

Conclusão: A aplicação de tratamento de superfícies originou irregularidades nas amostras dos quatro grupos quando comparadas com as amostras expostas a água destilada, através da observação ao microscópio electrónico varrimento.

Palavras-chave: tratamento superfície, nanoparticulado, compósito, reparação

Abstract

Composite repair is a widely documented subject and there is a growing trend towards repairing restorations instead of complete removal in order to increase longevity of restorations. Surface treatment is needed step in repair, although there's no consensus about the most effective method and protocol.

Objective: the purpose of this study was to evaluate the morphological effects of different surface treatment methods on nanofilled composite.

Materials and methods: In this study was tested a nanofilled composite Filtek XT (3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA), from wich were obtained 15 samples that were polished and stored on distilled water at 37° for 24 hours. The samples were randomly distributed in five groups. Group 1 was just stored to distilled water and to the other groups received surface treatment with phosphoric acid 35%, diamond bur, air abrasion with 50 aluminum oxide and air abrasion with sodium bicarbonate. All specimens were observed using SEM.

Results: Samples sandblasted with air abrasion aluminum oxide showed more irregularities, macro and micro retentions in comparison with other methods of surface treatment.

Conclusion: Surface treatment created an irregular and rough surface in samples of all four groups compared with the smaples of these materials exposed to destilled water trough observation by scaning elctron microscope.

Key words: surface treatment, nanofilled, composite, repair

ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	1
OBJECTIVOS.....	2
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1. Evolução dos compósitos.....	3
1.1 Nanotecnologia.....	3
1.2 Resinas compostas nanoparticuladas	4
1.2.1 Vantagens e desvantagens.....	5
2. Reparação versus substituição.....	5
3. Como se procede à reparação de compósitos.....	7
4. Importância do efeito do tratamento de superfície na reparação.....	9
4.1 Camada inibida pelo oxigénio.....	9
4.2 Envelhecimento das resinas compostas.....	11
5. Métodos de tratamento de superfície.....	11
5.1 Ácido fosfórico.....	11
5.2 Broca diamantada.....	12
5.3 Ácido hidrofúorídrico.....	14
5.4 Jacto de partículas de óxido de alumínio.....	15
5.5 Jacto de bicarbonato de sódio.....	16
5.6 Jacto de partículas de sílica e de alumina.....	16
5.7 Laser.....	17
MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
1. Preparação das amostras.....	19
2. Protocolo de tratamento de superfície.....	19

3. Análise de superfície.....	20
RESULTADOS.....	21
DISCUSSÃO.....	24
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	IX
ANEXO I	XV
ANEXO II	XIX
ANEXO III.....	XXIII
ANEXO IV.....	XXIX

INTRODUÇÃO

As resinas compostas são amplamente utilizadas na Dentisteria Operatória, no entanto, as condições particulares da cavidade oral como alterações no pH da saliva, dieta e súbitas oscilações de temperatura levam à degradação das mesmas (Shahdad & Kennedy, 1997; Júnior *et al.*, 2009).

Os factores que concorrem para o insucesso de restaurações a compósito referidas pelos pacientes são por um lado de ordem estética, devido à degradação e descoloração do material e, por outro são cáries secundárias, a perda de integridade marginal, a micro infiltração e a sensibilidade dentária (Mjor & Dahl, 2000; Ozcan *et al.*, 2005; Gordan *et al.*, 2006; Sharif *et al.*, 2010).

A substituição de toda a restauração é um procedimento que ocupa muito tempo clínico e, inevitavelmente leva ao enfraquecimento da estrutura dentária remanescente (Cavalcanti *et al.*, 2007; Dall'Oca *et al.*, 2009; Yesilyurt *et al.*, 2009). Deste modo, a reparação de compósitos é considerada como uma opção de tratamento muito vantajosa (Dall'oca *et al.*, 2009; Rinasiti *et al.*, 2010).

Enquanto os procedimentos clínicos para a adesão de resinas compostas ao esmalte e dentina são bem conhecidos, ainda não existe consenso quanto ao protocolo mais eficaz para a adesão de uma resina a uma restauração pré-existente (Ozcan *et al.*, 2007; Ranthke *et al.*, 2009). O estabelecimento de uma forte adesão compósito-compósito não é tão trivial como possa parecer tendo em conta que, a composição química da resina pré-existente é semelhante à resina usada na reparação. Considerando o reduzido número de grupos metacrilato disponíveis para reagir após a fotopolimerização e a absorção de água, o novo compósito não adere eficazmente ao compósito envelhecido sem prévio tratamento de superfície (Ranthke *et al.*, 2009).

Diversos tratamentos de superfície têm sido propostos para melhorar a reparação de resinas compostas, tais como a criação de rugosidades com brocas diamantadas, aplicação de ácido hidro-fluorídrico ou fosfórico, jactamento com partículas de abrasão de óxido de alumínio e, mais recentemente tem sido realçado o efeito do jactamento com bicarbonato de sódio (Yesilyurt *et al.*, 2009)

OBJECTIVOS

O objectivo deste trabalho consiste na realização de um trabalho experimental *in vitro* para avaliar os efeitos de diferentes tratamentos de superfície, numa resina composta, através da observação ao microscópio electrónico de varrimento (SEM).

A hipótese nula testada neste trabalho de investigação, consiste nos diferentes tratamentos de superfície não provocarem alterações de superfície nas amostras de compósito.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Evolução dos compósitos

O aparecimento das resinas compostas na segunda metade do século XX revolucionou a Dentisteria Restauradora, tendo a sua composição evoluído significativamente ao longo deste período (Jandt & Sigusch, 2009; Ferracane, 2010).

Na primeira metade do século XX, o único material restaurador estético disponível era o silicato porém, no final dos anos 40 surgiram as resinas acrílicas que devido ao seu baixo custo, fácil manuseamento, insolubilidade no meio oral e semelhanças com os dentes, substituíram os silicatos. Um importante avanço para os actuais compósitos foi a descoberta de Bowen, em 1962, do BIS-GMA (Bisfenol A-glicidil metacrilato) (Leinfelder, 1997; Rueggeberg, 2001; Chen, 2009). Bowen também foi responsável pelo desenvolvimento da resina dimetacrilato e, de um agente de ligação entre a matriz e as partículas de carga, o silano (Rawls & Esquivel-Upshaw, 2005).

Actualmente, as resinas utilizadas são constituídas por polímeros sintéticos, matriz, partículas de carga, iniciadores, activadores e silano (agente de união) (Chen, 2010; Ferracane, 2010). As suas aplicações incluem restaurações provisórias e definitivas, inlays, onlays, selantes de fissuras, coroas, cimentos, espigões e, dentes protéticos (Leinfelder, 1997; Ferracane, 2010). Os actuais avanços e tendências na área dos materiais e dos biomateriais têm sido inspiradores para o avanço e inovação das resinas compostas em áreas tão diversas como a nanotecnologia (Mitra *et al.*, 2003; Beun *et al.*, 2010), resinas anti-microbianas, resinas sensíveis a estímulos, de regeneração tecidular e de auto-reparação (Jandt & Sigusch, 2009; Ferracane, 2010).

1.1. Nanotecnologia

Um dos mais importantes avanços na Dentisteria, nos últimos anos, tem sido a Nanotecnologia (Beun *et al.*, 2007), que é definida como uma ciência aplicada, e que se ocupa das propriedades e da estrutura de partículas à escala atómica ou molecular. Considera-se que o tamanho das nanopartículas varia entre 0,1-100 nanómetros (nm) (Mitra *et al.*, 2003; Beun *et al.*, 2007; Jandt & Sigusch, 2009).

A grande vantagem dos nanomateriais/nanopartículas advém da sua grande energia de superfície visto que as ligações das nanopartículas não se encontram saturadas, provocando drásticas alterações nas suas propriedades físicas e químicas (Mitra *et al.*, 2003; Jandt & Sigusch, 2009). Outra consequência da elevada energia de superfície é, o estabelecimento de fortes ligações quer com outros materiais, quer entre as próprias partículas - aglomeração. Os efeitos mencionados anteriormente podem ser explorados em compósitos, melhorando as suas propriedades físicas. O desenvolvimento deste tipo de compósitos está relacionado com os desafios tecnológicos da aglomeração de nanopartículas (Jandt & Sigusch, 2009).

A diminuição do tamanho das nanopartículas e a sua grande diversidade, permitiu o aumento da quantidade de partículas de carga nas resinas, reduzindo consequentemente a contracção de polimerização e melhorando as propriedades mecânicas e ópticas (Beun *et al.*, 2007).

Os nanocompósitos têm aplicações muito diversas nomeadamente na indústria, nos transportes e, nos sistemas electrónicos e biomédicos (Mitra *et al.*, 2003; Beun *et al.*, 2007).

1.2. Resinas compostas nanoparticuladas

Os compósitos são geralmente classificados de acordo com a sua constituição, quantidade e propriedades das partículas de carga ou matriz ou, pelas suas propriedades de manipulação (Ferracane, 2010). Com a evolução dos compósitos, o tamanho e a distribuição das partículas de carga também têm sofrido alterações, com o objectivo de melhorar as propriedades mecânicas aliadas à estética (Puckett *et al.*, 2007; Curtis *et al.*, 2009; Ferracane, 2010).

Carga			
Classificação compósitos	Peso %	Volume %	Tamanho médio partículas
Híbrido	74-87	57-72	0,2-3,0
Nanohíbrido	72-87	58-71	0,4-0,9(macro)
	-	-	0,015-0,05(nano)
Microparticulado	35-80	20-59	0,04-0,75
Flow	40-60	30-55	0,6-1,0
Compómeros	59-77	43-61	0,7-0,8

Tabela 1 – Classificação dos compósitos e conteúdo de carga (adaptada de Puckett *et al.*, 2007)

1.2.1. Vantagens e desvantagens

Os compósitos nanoparticulados apresentam excelentes características estéticas, elevada resistência ao uso e fratura, fácil polimento e permitem uma melhor adesão à estrutura dentária (Manhart *et al.*, 2000; Yesilyurt *et al.*, 2009). Estas resinas compostas apresentam uma elevada translucidez e bom polimento à semelhança dos microparticulados, mas mantêm as propriedades físicas e de resistência ao uso, equivalente aos compósitos híbridos (Mitra *et al.*, 2003). De acordo com a sua força de flexão e características estéticas, os nanocompósitos podem ser aplicados tanto em restaurações anteriores como posteriores (Zhang *et al.*, 2008).

Por outro lado, uma das suas desvantagens é a absorção de água e a consequente degradação da matriz (Curtis *et al.*, 2008). Os riscos das nanopartículas não são ainda totalmente conhecidos. Sabe-se porém que com o uso, as nanopartículas vão sendo libertadas devido à degradação da superfície da resina composta (Brayner, 2008).

2. Reparação versus Substituição

A utilização de resina composta na prática clínica diária só é possível devido, quer à evolução das suas propriedades, quer ao desenvolvimento dos adesivos e dos meios de fotopolimerização. No entanto apesar da sua evolução, factores como o uso e/ou desgaste, descoloração, contracção de polimerização e micro-infiltração, limitam a longevidade dos compósitos (Yesilyurt *et al.*, 2009).

A manutenção da integridade de restaurações a compósito na cavidade oral é um desafio tendo em conta que com o tempo sofrem degradação. Factores como as oscilações do pH, enzimas salivares, o ambiente húmido da cavidade oral e a absorção de água pelo material têm sido amplamente descritos na literatura (Júnior *et al.*, 2008). Os mecanismos subjacentes à degradação do material são complexos e, podem ser devidos à sua utilização, abrasão, fadiga ou colapso por alterações de temperatura, hidrolíticas, enzimáticas ou acídicas (Catelan *et al.*, 2010; Ozcan *et al.*, 2010).

Um estudo de 2001, demonstrou que 5 a 45% das restaurações a compósito sobrevivem apenas um período entre 5 a 17 anos, enquanto um outro estudo de 2009 verificou que aproximadamente 50% das restaurações a resina composta são substituídas 7 anos após a sua realização, principalmente devido a defeitos marginais,

cáries secundárias, descolorações, desgaste de superfície e perda da anatomia (Hickel, 2001; Moncada *et al.*, 2009). Não obstante o envelhecimento da restauração, as forças de adesão entre as camadas de compósito diminuem entre 25 a 80%, devido ao meio intra-oral (Rinastiti *et al.*, 2010).

A substituição é o tratamento mais comum quando se está perante uma restauração cuja integridade é questionável ou, que apresente margens duvidosas. Na maioria dos casos a avaliação da restauração é feita subjectivamente, e uma restauração com pequenos defeitos, mas clinicamente aceitável, é por vezes substituída (Gordan *et al.*, 2006). Todavia a substituição de uma restauração pode originar a remoção de uma quantidade significativa de tecido dentário são como resultado do aumento da preparação e possível lesão da polpa (Shahdad & Kennedy, 1997; Gordan *et al.*, 2006; Fawzy *et al.*, 2008; Moncada *et al.*, 2009; Sharif *et al.*, 2010).

A substituição é um procedimento que envolve dificuldades, comparativamente à reparação, como o reconhecimento do interface dente-compósito e a necessidade de remover o esmalte anteriormente condicionado. A remoção desta camada favorece e/ou permite uma nova adesão. Por outro lado apresenta a desvantagem de ser um procedimento mais dispendioso, que não só fragiliza a estrutura dentária, como ainda o trauma adicional no dente pode até mesmo inviabilizar o procedimento (Denehy *et al.*, 1998; Ozcan *et al.*, 2007; Dall'Oca *et al.*, 2008).

Tratamentos alternativos como a reparação, aumentam a longevidade da restauração além de ser uma opção mais conservadora, menos dispendiosa e menos traumática para os pacientes (Frankenberger *et al.*, 2003; Moncada *et al.*, 2009). O facto de ser um procedimento menos traumático parece ser melhor aceite pelos pacientes (Sharif *et al.*, 2010).

Por outro lado, a remoção completa de uma restauração fracturada, descolorada ou defeituosa é normalmente indesejada, especialmente se é uma restauração extensa, se tem pinos ou se está perto da polpa (Brosh *et al.*, 1997; Yesilyurt *et al.*, 2009). A reparação de restaurações fracturadas ou substituição parcial de restaurações profundas é facilmente conseguida/obtida, pela adição de compósito ao compósito pré-existente (Swift *et al.*, 1992).

A reparação intra-oral com uma restauração directa, é geralmente considerada uma opção terapêutica mais conservadora e mais rápida e, em certos casos pode ser realizada sem anestesia local, o que diminui o stress dos pacientes (Kimyai *et al.*, 2010; Sharif *et al.*, 2010). Um estudo de 2010, afirma que não foram encontradas diferenças entre as restaurações reparadas e substituídas durante um período de 3 anos (Sharif *et al.*, 2010).

Tendo em conta o anteriormente referido, a reparação de resinas compostas não é um assunto de somenos importância, no entanto apenas recentemente têm sido alvo de estudos, que apontam no sentido da reparação de restaurações a compósito com falha na interface compósito–esmalte, seja considerada o *estado da arte* em Dentisteria e possivelmente até venha a ser considerada *standart of care* (Ferracane, 2011).

3. Como se procede à reparação dos compósitos

A técnica de reparação tem evoluído pouco ao longo dos últimos anos, sendo predominantemente um exercício no qual se pretende obter uma boa adesão mecânica à superfície envelhecida (Ferracane, 2011). Uma das opções estudadas foi a exposição dos monómeros residuais da superfície envelhecida e aderi-los ao novo compósito, mas não existe evidência que a adesão seja superior ao tratamento mecânico. (Ferracane, 2011). Actualmente não existe consenso quanto ao melhor protocolo de reparação, uma vez que os estudos anteriormente realizados utilizaram materiais e métodos de reparação muito díspares (Oztas *et al.*, 2003; Cavalcanti *et al.*, 2007).

A etapa inicial da reparação consiste na remoção da camada superficial do compósito antigo com brocas ou através de jactamento (Ranthke *et al.*, 2009). O primeiro passo para o sucesso é a obtenção de um correcto tratamento de superfície, ou seja a criação de micro retenções, e o segundo é a aplicação do sistema adesivo. Falhas em qualquer destes passos leva ao insucesso do tratamento (Denehy *et al.*, 1998).

A adesão entre dois incrementos de resina deve-se à camada de resina inibida pelo oxigénio contudo, se a superfície já tiver sido polida, contaminada ou envelhecida a adesão pode não ser eficaz. Vários métodos têm sido sugeridos para melhorar a adesão como agentes intermediários de adesão e tratamento de superfície (Cavalcanti *et al.*, 2007).

O sucesso da reparação assenta na criação de um interface entre a resina envelhecida e a nova, que permita obter uma força adesiva semelhante à força coesiva, diminuindo a possibilidade de fracturas ou micro - infiltração entre as duas camadas (Cavalcanti *et al.*, 2007).

A aplicação de silanos é de grande importância para aumentar as forças de tracção em compósitos reparados e, apresenta forças de adesão superiores face a compósitos reparados sem silanos (Hannig *et al.*, 2006). Fawzy e colegas, sugerem que a aplicação de silano antes do adesivo aumenta significativamente as forças de adesão, possivelmente dada a capacidade do silano formar ligações com os detritos da matriz (Fawzy *et al.*, 2008).

No processo de reparação o sistema adesivo, após o tratamento de superfície, desempenha um papel decisivo nas forças de adesão. De um modo geral o adesivo aumenta as forças de adesão, o que pode ser atribuído ao facto deste penetrar nas micro- rugosidades criadas pelo tratamento de superfície. A inexistência de camada híbrida, como se observa com o esmalte e dentina, sugere que o contacto entre o adesivo e o compósito reparado se limita à superfície (Ranthke *et al.*, 2009).

Contrariamente, existem estudos que relatam que a abrasão da superfície diminui as forças de adesão em consequência da exposição de partículas de carga. Assim a aplicação de uma camada de resina intermediária, quer seja o adesivo isoladamente quer seja combinado com o silano, tem sido proposta para aumentar o molhamento e a ligação química (Papacchini *et al.*, 2007).

A selecção apropriada do adesivo deve ser tida em conta, uma vez que a aplicação deste não deve interferir com as forças de adesão entre o compósito e o esmalte, e entre o compósito e a dentina, por conseguinte e de uma forma prática deve ser aplicado o mesmo sistema adesivo no compósito envelhecido, no esmalte e na dentina. Os sistemas com baixa viscosidade têm demonstrado uma boa penetração nas superfícies abrasionadas dos compósitos (Ranthke *et al.*, 2009). Diversos estudos apontam que foram obtidos melhores resultados relativamente às forças de adesão, quando foi aplicado o sistema adesivo entre o compósito antigo e o novo (Kupiec & Barkmeier, 1996; Brosh *et al.*, 1997; Ranthke *et al.*, 2009).

Os mecanismos subjacentes à utilização de adesivos, na reparação de compósitos, são essencialmente três: ligação química à matriz, ligação química às

partículas de carga e, penetração da resina nas falhas da matriz (Brosh *et al.*, 1997). A diminuição das partículas de carga, nos compósitos nanoparticulados, permitiu aumentar a quantidade das partículas de carga reduzindo, consequentemente, a contracção de polimerização. Porém a alteração na dispersão da luz, causada pelas partículas, leva a uma menor conversão dos monómeros, o que pode originar maiores forças de adesão na reparação destes compósitos, uma vez que a quantidade de monómeros por reagir à superfície é superior (Mitra *et al.*, 2003). Por outro lado, numa perspectiva química, poucas diferenças são esperadas dado que todas as resinas possuem grupos metacrilato (Ozcan *et al.*, 2010).

4. Importância do efeito do tratamento de superfície na reparação

A hipótese de que macro retenções adicionais melhoram a reparação de compósitos foi rejeitada por Frankenberger *et al.*, indicando que a criação de micro retenções na superfície envelhecida do compósito são um factor crucial para atingir elevadas forças de adesão na reparação (Frankenberger *et al.*, 2003; Ranthke *et al.*, 2009).

De modo a aumentar as forças de reparação têm sido exploradas técnicas como a aplicação de ácido, jacteamento com partículas de abrasão, utilização de brocas diamantadas e silanos (Bouschilcher *et al.*, 1997). A irregularidade da superfície do compósito a reparar é um dos aspectos mais importantes na força de adesão (Cavalcanti *et al.*, 2007), assim como a presença de uma camada inibida pelo oxigénio - com monómeros por reagir, - que permite a adesão entre as duas camadas (Papacchini *et al.*, 2007). Deste modo torna-se importante inferir as consequências da camada inibida pelo oxigénio e do envelhecimento nas resinas compostas.

4.1. Camada inibida pelo oxigénio

A exposição ao ar das camadas de resina composta durante a polimerização, enquanto se realiza uma restauração, resulta na formação de uma camada suave mas pegajosa denominada camada inibida pelo oxigénio, com uma espessura que varia entre 3 e 40 µm (Suh, 2004; Shawkat *et al.*, 2009). Quanto à sua constituição é semelhante ao compósito não polimerizado, excepto a menor quantidade de iniciador que apresentam

uma vez que este ou foi consumido ou foi decomposto (Eliades & Caputo, 1989; Ruegggenberg & Margeson, 1990; Suh, 2004).

Um assunto de grande importância, é a capacidade de adesão da camada inibida pelo oxigénio visto que, o oxigénio atmosférico inibe os radicais livres e a reacção de polimerização (Suh, 2004; Papacchini *et al.*, 2007; Shawkat *et al.*, 2009).

A inibição pelo oxigénio resulta do arrefecimento dos radicais livres formados pela activação do iniciador, limitando a reacção de polimerização, e consequentemente a superfície da camada polimerizada fica viscosa e não totalmente polimerizada. O grau de inibição pelo oxigénio depende de variados factores como a estrutura dos monómeros, a proporção BIS-GMA (bisfenol A-glicidil dimetacrilato):HEMA (2-hidroxietil metacrilato), a quantidade e tipo de foto-iniciadores e, o tipo de polimerização (Papacchini *et al.*, 2007; Dall'Oca *et al.*, 2006).

Contudo este tema é controverso, na medida em que ainda não está esclarecido se a camada viscosa superficial é fundamental para a adesão (Eliades & Caputo, 1989; Ruegggenberg & Margeson, 1990; Kupiec & Barkmeier, 1996; Truffier- Boutry *et al.*, 2003; Suh, 2004; Dall'Oca *et al.*, 2006; Papacchini, 2007; Shawkat *et al.*, 2009).

Se por um lado o estudo de Truffier- Boutry e colegas, em 2003, refere que esta camada é fulcral para melhorar a força adesiva entre duas camadas de compósito através da ligação química entre os grupos metacrilato, criando uma autêntica rede (Truffier- Boutry *et al.*, 2003), por outro, diversos estudos concluíram que a presença desta camada não influencia as forças de adesão (Finger *et al.*, 1996; Kupiec & Barkmeier, 1996; Shawkat *et al.*, 2009; Ghivari *et al.*, 2010).

Contrariamente, outros autores referem uma correlação negativa, baseada no facto da diminuição de foto-iniciadores na resina polimerizada ser responsável por uma adesão incompleta (Eliades & Caputo, 1989; Ruegggenberg & Margeson, 1990; Li, 1997; Suh, 2004).

Geralmente a adesão entre duas camadas de compósito é obtida na presença de uma camada inibida pelo oxigénio de resina não polimerizada. As restaurações envelhecidas não contêm essa camada e, várias técnicas têm sido estudadas para aumentar as forças de adesão tais como o condicionamento da superfície com ácido

fosfórico ou hidrofluorídrico, jateamento com partículas de abrasão, aplicação de silanos e de adesivos (Ozcan *et al.*, 2010).

4.2. Envelhecimento das resinas compostas

Clinicamente, o envelhecimento advém da exposição dos materiais restauradores às condições do meio intra-oral resultando na modificação das suas propriedades mecânicas e físicas, devido principalmente à incorporação de água na matriz e ao desgaste superficial (Tezvergil *et al.*, 2003; Ozcan *et al.*, 2010; Loomans *et al.*, 2011). Os estudos de Padipatvuthikul *et al.*, em 2007 e, de Tezvergil *et al.*, em 2003 debruçaram-se sobre o efeito de diferentes tratamentos de superfície em amostras envelhecidas, nas forças de adesão (Tezvergil *et al.*, 2003; Padipatvuthikul *et al.*, 2007).

Diversos estudos referem que a força de adesão diminui consideravelmente num compósito envelhecido, polido ou contaminado (Bouschilcher *et al.*, 1997; Bonstein *et al.*, 2005; Ozcan *et al.*, 2007; Rinastiti *et al.*, 2010). A adesão entre compósito envelhecido e uma nova camada geralmente requer o aumento da rugosidade da superfície de modo a permitir a ligação mecânica entre as camadas (Fawzy *et al.*, 2008).

O envelhecimento *in vitro* pode ser simulado através de diferentes métodos como a imersão em água ou em ácido cítrico, ou termociclagem (Rossomando & Wendt, 1995; Gale & Darvell, 1999; Rinastiti *et al.*, 2010).

5. Métodos de tratamento de superfície

5.1. Ácido fosfórico

Clinicamente o ácido fosfórico é usado principalmente para a reparação intra-oral de resinas compostas, para condicionar o compósito envelhecido e, o esmalte ou a dentina (Bonstein *et al.*, 2005; Fawzy *et al.*, 2008). Em adição, o ácido fosfórico é menos agressivo e mais seguro, do que por exemplo o ácido hidrofluorídrico (Fawzy *et al.*, 2008).

Relativamente às alterações de superfície e suas correlações, a literatura consultada não é consensual. (Lucena-Martín *et al.*, 2001; Bonstein *et al.*, 2005; Hannig

et al., 2006; Papacchini *et al.*, 2007; Dall'Oca *et al.*, 2008; Fawzy *et al.*, 2008; Yesilyurt *et al.*, 2009).

Por um lado é referido que as superfícies tratadas com ácido fosfórico, quando observadas ao microscópio electrónico de varrimento, não apresentam um padrão rugoso mas sim uma superfície mais lisa e limpa comparativamente com superfícies não tratadas. Este método de tratamento chegou a ser utilizado para limpar as amostras, num estudo de 2006, uma vez que este permite remover os detritos e o pó da superfície. (Hannig *et al.*, 2006; Papacchini *et al.*, 2007; Dall'Oca *et al.*, 2008; Yesilyurt *et al.*, 2009). Em consequência alguns autores sugerem que a ausência de alterações morfológicas após este tratamento, está possivelmente relacionada com as baixas forças de adesão verificadas. Os valores das forças de adesão eram semelhantes aos de amostras onde não foi aplicado qualquer tratamento de superfície. (Lucena-Martín *et al.*, 2001; Bonstein *et al.*, 2005; Papacchini *et al.*, 2007).

Por outro lado, um estudo de 2008, conduziu a resultados dissonantes ao verificar que amostras tratadas com ácido fosfórico a 37%, apresentavam micro rugosidades e também depressões, em consequência da degradação do compósito e exposição de partículas de carga (Fawzy *et al.*, 2008).

No entanto Fawzy *et al.*, em 2008, demonstraram a partir de imagens de microscopia de força atómica que as amostras condicionadas com este ácido experimentaram um aumento de área de superfície significativo. Este aumento favoreceu a distribuição das tensões ao longo do interface entre as duas camadas. Foi também avaliado que a aplicação de adesivo ou de silano, não favoreceu as forças de adesão de reparação, sendo estas clinicamente inaceitáveis (Fawzy *et al.*, 2008).

5.2. Broca diamantada

A broca diamantada, instrumento amplamente utilizado em Dentisteria, é especialmente usado na preparação de cavidades onde vai ser aplicado um sistema adesivo (Summit *et al.*, 2001). O tratamento de superfície com broca diamantada é um método simples, eficiente e constitui uma válida abordagem para a reparação de compósitos (Bonstein *et al.*, 2005).

Diversos estudos relativos às alterações de superfície devido ao tratamento com broca, obtiveram resultados semelhantes (Boushilcher *et al.*, 1997; Brosh *et al.*, 1997; Papacchini *et al.*, 2007; Fawzy *et al.*, 2008; Yesilyurt *et al.*, 2009). O tratamento de superfície com broca diamantada em compósitos envelhecidos, origina macro e micro retenções, sulcos de diferentes profundidades e uma maior área de superfície (Brosh *et al.*, 1997; Yesilyurt *et al.*, 2009). Foram também observados riscos e exposição de partículas de matriz (Papacchini *et al.*, 2007).

A relação entre os efeitos deste tipo de tratamento e as forças de adesão de reparação tem sido alvo de alguma controvérsia (Kupiec & Barkmeier, 1996; Bonstein *et al.*, 2005; Boushilcher *et al.*, 1997)

Alguns estudos concluíram que a aplicação deste tipo de tratamento está associada a forças de adesão mais elevadas. Estes resultados sugerem que a penetração da resina de reparação nos sulcos e fendas, criadas pelo tratamento de superfície, favoreceu a retenção micro mecânica (Kupiec & Barkmeier, 1996; Boushilcher *et al.*, 1997). A relação entre as forças de adesão e a aplicação de adesivo, foi estudada em 1996, tendo sido verificado que o tratamento de superfície seguido da colocação de sistema adesivo originou forças de adesão mais elevadas do que sem a colocação do adesivo (Kupiec & Barkmeier, 1996).

Enquanto outros sugerem o contrário e, afirmam que o padrão rugoso, os riscos e a exposição de matriz interferem com a adesão, na medida em que impede a correcta penetração do adesivo na camada de compósito a reparar (Oztas *et al.*, 2003; Papacchini *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2010) Em acréscimo o padrão criado pela própria broca origina riscos e detritos de matriz na superfície, que também não favorecem a adesão (Papacchini *et al.*, 2007; Fawzy *et al.*, 2008).

Comparativamente a outras técnicas de reparação, o tratamento de superfície com a broca diamantada apresentou forças de adesão superiores face a técnicas sem tratamento de superfície e tratamento com lixa grossa e ligeiramente inferiores ao jacto de óxido de alumínio (Oztas *et al.*, 2003; Costa *et al.*, 2010).

Dall'Oca *et al.*, 2008, realizaram um estudo em que combinaram o tratamento com broca diamantada, seguido de condicionamento ácido fosfórico a 37 %. Este

tratamento de superfície originou depressões e riscos cobertos de matriz (Dall'Oca *et al.*, 2008).

5.3. Ácido hidrofluorídrico

A aplicação de ácido hidrofluorídrico, como tratamento da superfície tem sido proposto devido à sua capacidade de criar rugosidades na superfície das resinas compostas envelhecidas através da dissolução das partículas de carga (Júnior, 2009), sendo normalmente utilizado em restaurações cerâmicas indirectas ou reparações intra-orais (Swift *et al.*, 1992).

A literatura aponta para que aplicação deste ácido durante 30 a 120 segundos não só provoca a dissolução das partículas de carga, mas também aumenta a porosidade da resina. Clinicamente, o isolamento da gengiva e aspiração dos vapores libertados, é um ponto importante na prevenção de efeitos nefastos (Papacchini *et al.*, 2007). Contudo alguns trabalhos apontam para resultados desencorajadores, mostrando que os grupos condicionados com este ácido obtêm as menores forças de adesão. Os autores sugerem que os espaços vazios deixados pelas partículas de carga sejam uma via de entrada de água que desorganiza a camada de silano, responsável pela estabilidade da interface carga/matriz, e que corroi a superfície das partículas de carga (Júnior *et al.*, 2009; Ozcan *et al.*, 2010). Presume-se que este processo enfraqueça o material e acelere a sua degradação (Júnior *et al.*, 2009).

Concomitantemente, o tratamento de superfície varia consoante o tipo de compósito, tendo sido mais eficaz nos nanoparticulados provavelmente devido ao reduzido tamanho das partículas de carga em relação aos microhíbridos (Júnior, 2009).

Papacchini *et al.*, em 2007, utilizaram uma mistura de ácido hidrofluorídrico e ácido clorídrico como tratamento de superfície. A visualização das imagens de SEM revelaram uma extensa dissolução da camada superficial do compósito com exposição das partículas de carga e da matriz, assim como poros e cavidades, que adicionalmente conferem retenção mecânica para o adesivo (Papacchini *et al.*, 2007).

5.4. Jacto de partículas de óxido de alumínio

Clinicamente a aplicação deste método está a tornar-se cada vez mais usual na medida em que é simples, rápido, e não utiliza ácidos (Bouschilcher *et al.*, 1997).

Quanto às alterações de superfície provocadas pelo jactamento com partículas de óxido de alumínio, a literatura seleccionada é consensual. As amostras das resinas compostas jacteadas com partículas de 50 µm, observadas pelo SEM, apresentam uma superfície muito irregular, com blocos de asperezas entre numerosas fissuras, e com uma profundidade média de 15 de µm (Papacchini *et al.*, 2007; Bouschilcher *et al.*, 1997; Ranthke *et al.*, 2009).

Papacchini *et al.*,concluíram através de micrografias de SEM que amostras jacteadas com partículas de 50 µm de óxido de alumínio seguido de condicionamento com ácido fosfórico 37% revelavam uma superfície muito irregular e, numerosas fissuras (Papacchini *et al.*, 2007).

De facto, vários estudos evidenciam que o jactamento com partículas de óxido de alumínio está associado a maiores forças de adesão do compósito reparado (Costa *et al.*, 2010; Kimaiy *et al.*, 2010; Kupiec & Barkmeier, 1996; Oztas *et al.*, 2003; Papacchini *et al.*, 2007).

Relativamente às rugosidades criadas após este tratamento, a superfície condicionada tornou-se rugosa, irregular e, com áreas micro retentivas o que aumenta a área de superfície disponível para a adesão (Oztas *et al.*, 2003; Costa *et al.*, 2010). As imagens de SEM revelaram que o jactamento abrasionou a superfície, removeu porções da matriz e, criou sulcos, fendas e depressões de pequenas dimensões (Bonstein *et al.*, 2005). Concomitantemente as imagens de microscopia de força atómica apresentavam um aumento da área de superfície e da rugosidade, possivelmente relacionados com o acréscimo das forças de adesão (Kimyai *et al.*,2010).

Por outro lado, vários estudos relacionaram as forças de adesão com este tratamento de superfície (Kupiec & Barkmeier, 1996; Bonstein *et al.*, 2005; Papacchini *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2010), concluindo que este tratamento de superfície aumenta as forças de adesão compósito-compósito e, que se de seguida se aplicar o adesivo origina forças semelhantes à força coesiva do próprio material (Kupiec & Barkmeier,1996; Papacchini *et al.*,2007; Costa *et al.*,2010).

Da literatura seleccionada apenas um estudo refere que as amostras jacteadas com partículas de óxido de alumínio de 30 μm , não apresentaram diferenças significativas em termos de forças de adesão face a amostras não tratadas (Bonstein *et al.*, 2005).

5.5. Jacto de bicarbonato de sódio

O jacteamto com bicarbonato de sódio tem sido utilizado para tratamento de superfície para reparação de compósitos e, também para a adesão de brackets ortodônticos (Brosh *et al.*, 1997; Yesilyurt *et al.*, 2009; Bayram *et al.*, 2011). Esta última aplicação é justificada pelo facto de produzir rugosidades numa área limitada, facilitando a adesão e colocação de brackets (Bayram *et al.*, 2011)

Nos estudos de Brosh e colegas em 1997, e Bayram e colegas, em 2011, o tratamento de superfície com bicarbonato de sódio origina microretenções na superfície. (Brosh *et al.*, 1997, Bayram *et al.*, 2011). Em adição a visualização ao SEM de amostras tratadas com bicarbonato de sódio revelaram mais rugosidades do que as tratadas com ácido quer fosfórico quer hidrofluorídrico e, micro retenções superficiais (Yesilyurt *et al.*, 2009).

5.6. Jacto de partículas de sílica e de alumina

O jacteamto com partículas de sílica e alumina tem-se revelado uma técnica promissora na medida em que aumenta a retenção mecânica devido, ao aumento da área de superfície para adesão e das partículas sílica depositadas na superfície (Júnior *et al.*, 2009). Esta técnica é referida num estudo de 1992, como um método de grande sucesso (Swift *et al.*, 1992).

No que diz respeito às alterações de superfície, estudos recentes concluíram que o jacteamto com sílica e alumina provocava uma superfície irregular com uma profundidade média de 10 μm e, coberta com partículas de sílica e alumina (Ranthke *et al.*, 2009; Ozcan *et al.*, 2010). As partículas depositadas na superfície aumentam a área de superfície mas, também favorecem o molhamento do adesivo ou compósito (Ozcan, 2002 in Ozcan *et al.*, 2010).

Este tipo de jacteamento permite obter forças de adesão semelhantes ao jacto de óxido de alumínio e broca diamantada (Bouschilcher *et al.*, 1997). Hannig *et al.*, em 2006, verificaram que, as forças de adesão mais elevadas foram atingidas quando se condicionou um compósito nanohíbrido com partículas de sílica e posteriormente se aplicou sistema adesivo. Apesar das amostras condicionadas com partículas de sílica apresentarem elevados valores de adesão, é aconselhável aplicar o jacto antes do condicionamento ácido, dado que é um tratamento agressivo e pode danificar esmalte previamente condicionado (Hannig *et al.*, 2006). O jacteamento com partículas de sílica (sistema Co-Jet Sand) apresenta uma vantagem em relação ao jacteamento com partículas de alumina que consiste no aumento da área de superfície devido à deposição de sílica (Júnior, 2009).

5.7. Laser

Recentemente, o laser, tem sido utilizado para o tratamento de superfície de estruturas dentárias, produzindo um efeito semelhante ao condicionamento ácido no esmalte e dentina (Burnnet Jr *et al.*, 2011; Kimyai *et al.*, 2010). Uma das suas vantagens prende-se com o facto de constituir um método de remoção de cárie que minimiza o aquecimento e a vibração, características dos métodos convencionais (Turkun & Turkun, 2006).

Um estudo recente, testou o laser como tratamento de superfície em compósitos envelhecidos e verificou que o grupo tratado com laser obteve forças de adesão mais elevadas do que o grupo tratado com broca diamantada. Esta diferença pode ser explicada pelo facto do laser não criar detritos de matriz na superfície, o que diminui a energia de superfície e dificulta a acção do sistema adesivo. Relativamente ao padrão de rugosidades e à área de superfície, as imagens de microscopia de força atómica revelaram que, não existem diferenças significativas entre o padrão de rugosidade criado pelo laser e pela broca, ainda que o laser conduza a um aumento da área superficial (Kimyai *et al.*, 2010).

Tendo em conta os efeitos adversos dos aerossóis libertados pelo jacteamento com óxido de alumínio, o laser pode ser considerado uma alternativa segura para procedimentos de reparação (Kimyai *et al.*, 2010).

Variados métodos têm sido utilizados para avaliar a reparação de compósitos. Estes métodos incluem, a microscopia electrónica de varrimento (SEM), testes de micro-infiltração e medição das forças de adesão especialmente através da fadiga, flexão, cisalhamento e micro-tracção. Nos últimos anos o teste mais utilizado, pelos investigadores, tem sido o de micro-tracção por ser considerado o mais preciso, no entanto, os valores de força de adesão clinicamente aceites, para a reparação *in vivo*, ainda não foram estabelecidos (Hannig *et al.*, 2006; Papacchini *et al.*, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

1. Preparação das amostras

Na execução do trabalho experimental foi utilizada uma resina composta nanoparticulada Fillteck XCT (3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA), na cor B1 consistência corpo (body). A confecção dos discos de compósito foi realizada com o auxílio de moldes de silicone (Putty Prestige Vannini Dental Industry, Grassano, Itália) com 10 mm diâmetro e 2 mm altura para obtenção de 15 amostras.

De modo a obter os discos de compósito o material foi colocado com uma espátula de inserção nos moldes num só incremento, e fotopolimerizada cada superfície da amostra durante 40 segundos com um fotopolimerizador (Optilux Demetron, Kerr Hawe, Bioggo, Switzerland) com a intensidade 600 mw/cm³ medido por um radiômetro Demetron 100 (Demetron Research Corporation, Danbury, USA) a uma distância de 1 cm. Seguidamente os discos foram retirados dos moldes. Os discos de compósito foram polidos utilizando discos de polimento (OptiDisc, Kerr Hawe, Bioggo, Switzerland), com o diâmetro de 12,6 mm e com diferentes abrasividades: extra grosso, médio, fino e, extra-fino. Por fim, as amostras foram colocadas em tubos selados com água destilada, na estufa a 37°C durante 24 horas.

2. Protocolo de tratamento de superfície

As amostras foram divididas aleatoriamente em 5 grupos, consoante o tratamento de superfície aplicado:

- **Grupo 1:** grupo controlo no qual as amostras foram expostas a água destilada e não foi aplicado tratamento de superfície.
- **Grupo 2:** aplicação de ácido ortofosfórico a 35% Scotchbond etchant (3M ESPE, St Paul, Minnesota, EUA) durante 15 segundos, seguida de lavagem durante 15 segundos e secagem com seringa de ar durante 10 segundos a 10 mm distância.

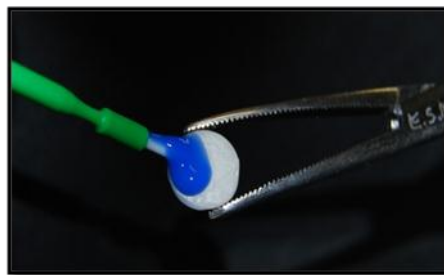


Fig 1 – Tratamento com ácido fosfórico a 35%.

- **Grupo 3:** aplicação de broca diamantada de grão grosso nº 368 ISO 016 (Komet, Dusseldorf, Germany), a alta rotação com refrigeração durante 15 segundos.

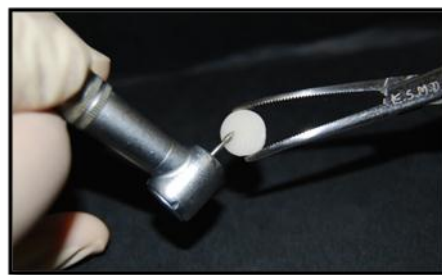


Fig 2 – Tratamento com broca diamantada.

- **Grupo 4:** jacteamento de partículas de óxido de alumínio de 50 μ m (Danville Materials, California, USA) durante 15 segundos a uma distância de 5 mm.



Fig 3 – Tratamento com jacto de óxido de alumínio.

- **Grupo 5:** jacteamento com partículas de bicarbonato de sódio Prophy Flex 3 (Kavo, Biberach, Germany) durante 15 segundos, a uma distância de 10 mm.



Fig 4 – Tratamento com jacto de bicarbonato de sódio.

3. Análise de superfície

A superfície polida de cada amostra foi revestida por pulverização catódica com partículas de ouro num dispositivo próprio (Jeol JFC-1100 E, TakeOff Corporation, Tóquio, Japão).

A superfície foi examinada usando um microscópio electrónico de varrimento (Hitachi S-450, Faculdade de Medicina Dentária de Lisboa) e foram obtidas microfotografias de áreas representativas de cada amostra com ampliações de 33x, 150x, 250x, 500x e 1000x

RESULTADOS

Grupo 1 - controle

Morfologicamente, as amostras do grupo de controle apresentaram uma superfície regular mas com fendas de pequenas dimensões. A superfície revela ainda sujidade e detritos.



Fig 5 – Fotografia de SEM de amostra SEM tratamento de superfície (250x)



Fig 6 - Fotografia de SEM de amostra SEM tratamento de superfície (500x)

Grupo 2 - ácido fosfórico

A análise microscópica das amostras tratadas com ácido fosfórico, revelou uma superfície irregular com inúmeros sulcos pouco profundos, fendas, alguns riscos e, depressões pouco acentuadas. São também visíveis sulcos cobertos de faixas de matriz e, sujidade.

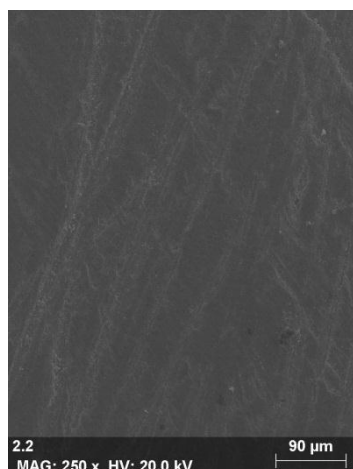


Fig 7 – Fotografia de SEM de amostra tratada com ácido fosfórico com 37% (250x)



Fig 8 – Fotografia de SEM de amostra tratada com ácido fosfórico com 37% (500x)

Grupo 3 - broca diamantada

Nos espécimes tratados com broca diamantada a superfície apresentava-se muito irregular com muitas micro retenções, depressões e, sulcos, fendas e riscos bem marcados e orientados na mesma direcção. Foi também observado que os sulcos apresentavam detritos da matriz em resultado da acção do tratamento de superfície e, a presença de sujidade.

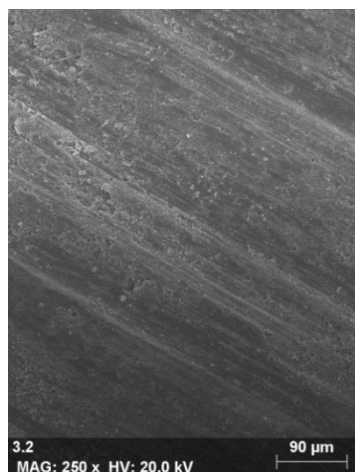


Fig 9 – Fotografia de SEM de amostra tratada com broca diamantada (250x)

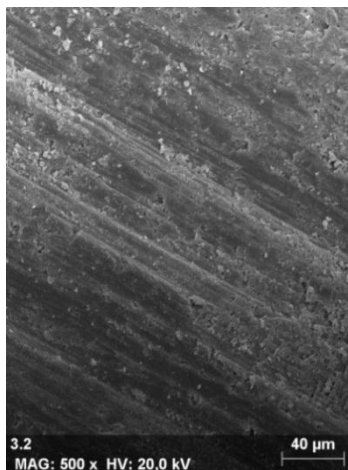


Fig 10 – Fotografia de SEM de amostra tratada com broca diamantada (500x)

Grupo 4 – jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm

Morfologicamente, as amostras tratadas com jacto de óxido de alumínio revelaram uma superfície irregular, com micro rugosidades e, remoção de porções de matriz originando sulcos, poros, fendas e fissuras profundos.

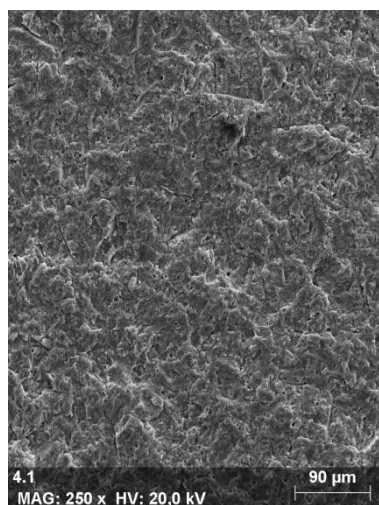


Fig 11 – Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm (250x)

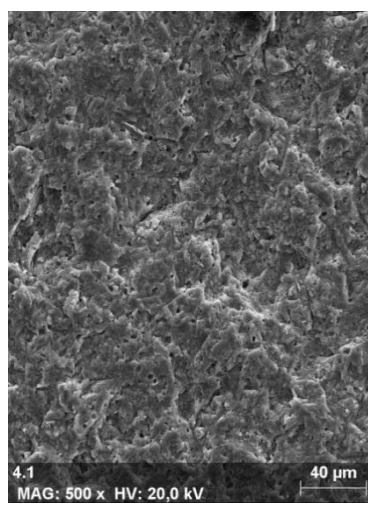


Fig 12 – Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm (500x)

Grupo 5 - bicarbonato de sódio

A superfície das amostras tratadas com bicarbonato de sódio apresentavam uma superfície irregular, com depressões, manchas e, riscos pouco profundos.

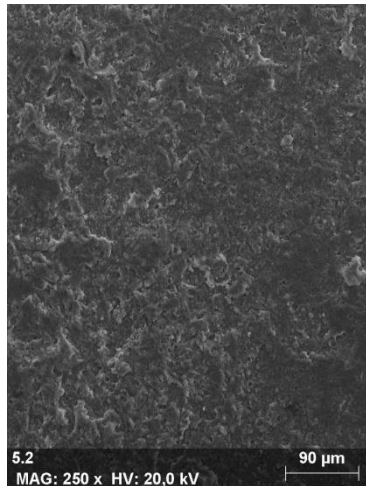


Fig 13– Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de bicarbonato de sódio (250x)

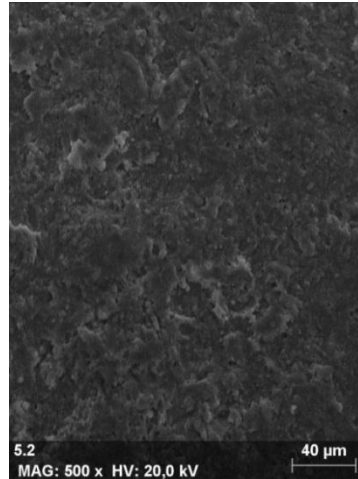


Fig 14 – Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de bicarbonato de sódio (500x)

DISCUSSÃO

A reparação ou substituição de uma restauração é um desafio constante para o Médico-Dentista na sua prática clínica. Geralmente a substituição é frequentemente acompanhada da remoção de tecido dentário sã, enquanto que a reparação é uma alternativa mais conservadora que possibilita o aumento da longevidade da restauração (Fawzy *et al.*, 2008; Kimyai *et al.*, 2010). Uma das etapas da reparação é o tratamento de superfície que tem principalmente dois objectivos: o aumento da área de superfície e a remoção da camada superficial da resina, de modo a aumentar a energia de superfície (Júnior *et al.*, 2009).

Em 2003, foi efectuado um estudo a faculdades de três países europeus, sobre a importância da reparação, sua aplicabilidade e a necessidade de ser introduzido este assunto no programa da Disciplina de Dentisteria. Concluíram que este tema é considerado importante, no entanto não é leccionado em todas as faculdades devido à falta de evidência científica e à reduzida experiência dos profissionais neste procedimento (Blum *et al.*, 2003).

Os resultados deste estudo permitem a rejeição da hipótese nula. Podemos concluir que a aplicação de diferentes tratamentos de superfície provoca alterações de superfície nos discos de compósito, comparativamente com o grupo de controlo.

O presente estudo pretendeu avaliar as alterações de superfície em amostras de compósito, em resultado da aplicação de diferentes tratamentos de superfície durante o mesmo período de tempo. O protocolo de tratamento de superfície escolhido teve como base a literatura consultada e, os tratamentos de superfície mais estudados e de fácil aplicação na prática clínica (Fawzy *et al.*, 2008). Porém, foi introduzida uma alteração protocolar que é o facto do tempo de aplicação de cada um dos tratamentos de superfície ser o mesmo, 15 segundos. Na literatura estão descritos inúmeros protocolos de tratamento de superfície, contudo não existe consenso quanto ao protocolo e ao método mais indicado (Blum *et al.*, 2003; Ozcan *et al.*, 2007).

Foi seleccionado o Filtek Supreme XT 3M, que é uma resina composta nanoparticulada, a partir da qual foram obtidos os discos de compósito. O objectivo desta escolha foi a utilização de uma resina que é utilizada na prática clínica e que de

acordo com a constituição das partículas de carga é, o único, classificado como nanoparticulado (Chen, 2010).

De modo a mimetizar as condições de temperatura e humidade do meio intra-oral, as amostras foram armazenadas na incubadora a 37° durante 24 horas (Walker *et al.*, 2006).

O objectivo deste estudo era observar alterações de superfície após a aplicação do tratamento de superfície e, para isso foi utilizado o SEM que é um método rápido para a obtenção de imagens e que permite identifica facilmente os detritos e restos de matriz comparativamente com outros métodos (Schemehorn *et al.*, 2004; Fawzy *et al.*, 2008).

Grupo 1 - controlo

Relativamente à análise microscópica do grupo controlo, as amostras revelam alterações de superfície e, a presença de detritos e de sujidade, o que não está de acordo com a bibliografia consultada (Bonstein *et al.*, 2005; Kimyai *et al.*, 2010). Estas alterações podem ser devidas a erros de polimento e/ou remanescentes de polimento ou, podem ser devidas à acumulação de pó decorrente do manuseamento das amostras e do seu armazenamento.

No polimento foram utilizados discos de polimento, esta escolha deve-se ao facto da sua eficácia no polimento de resinas compostas já ter sido demonstrada (Turkun & Turkun, 2004). Todavia factores como o tipo de resina, a pressão aplicada pelo operador, a orientação e duração do polimento e, a experiência do operador são factores que afectam o resultado final (Stoddard & Johnson, 1991; Jung *et al.*, 2007). Além dos aspectos referidos anteriormente, outros aspectos concorrem para o sucesso do polimento como a diferença de dureza entre o substracto e o agente de polimento, a abrasividade dos instrumentos e sua geometria e, a lubrificação durante o procedimento (Watanabe *et al.*, 2004; Jefferies, 2007).

O tempo de polimento de 15 segundos por disco, num total de 60 segundos, pode ter condicionado o resultado final do polimento. Segundo um estudo de 2006 o tempo médio de polimento de um compósito é de 73 segundos (Jones *et al.*, 2006). Outro factor é a técnica utilizada pelo operador. Uma técnica em que contacto do disco com o substracto é intermitente, pode originar mais rugosidades do que numa técnica

contínua. Estas rugosidades são normalmente em forma de calha e de remoinho. Quanto à pressão aplicada durante o procedimento, esta parece não influenciar as rugosidades da superfície além de que varia muito entre operadores (Jones *et al.*, 2006).

Grupo 2 - ácido fosfórico

As amostras do grupo tratado com ácido fosfórico apresentaram rugosidades na superfície pouco acentuadas. As alterações evidenciadas podem ter várias etiologias.

Por um lado, pode estar associado à acção de limpeza do ácido fosfórico e, daí não serem visíveis alterações causadas pelo ácido nem, detritos na superfície decorrentes do polimento (Hanning *et al.*, 2006; Júnior *et al.*, 2009; Loomans *et al.*, 2011), e o que se verifica é que as rugosidades tiveram origem no polimento.

Outra hipótese é o tempo de aplicação do ácido ter sido reduzido, e daí não ter criado alterações morfológicas na resina. Um estudo de 2011, afirma que a aplicação de ácido fosfórico 37% durante 20 segundos não provoca rugosidades na superfície (Loomans *et al.*, 2011). Um factor a ressaltar é que, os nanoparticulados são menos susceptíveis à acção de condicionamento ácido devido às suas partículas de carga. Os *clusters* de zircónia e sílica do Filtek Supreme XT são mais resistentes à dissolução por ácidos, tanto fosfórico como hidrofluorídrico, o que pode explicar a ausência de rugosidades (Loomans *et al.*, 2011).

Por outro lado, o ácido pode ter mesmo criado um padrão rugoso. No entanto, este facto contraria o que é descrito na maioria da bibliografia consultada, que afirmam que as amostras tratadas com ácido fosfórico não apresentam diferenças topográficas face a amostras do grupo controlo (Lucena-Martín *et al.*, 2001; Loomans *et al.*, 2011).

Grupo 3- broca diamantada

Verificou-se a partir das imagens obtidas por SEM, que o tratamento de superfície com broca diamantada causou um padrão com muitas rugosidades. Uma possível justificação para este padrão é, por um lado a pressão aplicada pelo operador e por outro, a composição da resina uma vez que os compósitos têm na sua constituição nanopartículas com diferentes características e algumas são mais resistentes à abrasão pela broca (Nagem-Filho *et al.*, 2003; Barbosa *et al.*, 2005). A diferença de dureza entre

a broca diamantada e as partículas de carga favorece a criação de uma superfície irregular (Nagem-Filho *et al.*, 2003). Uma das alterações verificadas foi a exposição de partículas de matriz, que pode ser influenciada pela percentagem de partículas de carga da resina, uma vez que quanto maior esta percentagem menos rugosa é a superfície pós polimento (Jung *et al.*, 2007).

O tamanho do grão da broca diamantada também parece ser um factor importante, visto que quanto maior o grão mais irregular é a superfície criada (Nagem-Filho *et al.*, 2003).

A presença de sulcos e fendas na superfície poderá estar relacionada com o aumento das forças de adesão, dado que pode facilitar a penetração do adesivo e melhorar a retenção micro-mecânica (Bonstein *et al.*, 2005).

Grupo 4- jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm

Do mesmo modo também as amostras do grupo tratado com jacto de óxido de alumínio apresentaram alterações superficiais, com inúmeras rugosidades, depressões e sulcos. O aumento das rugosidades reflecte geralmente um aumento da área de superfície, ou seja a área disponível para adesão é superior (Costa *et al.*, 2010). As irregularidades permitem a penetração do adesivo aumentando o molhamento (Oztas *et al.*, 2003; Kimyai *et al.*, 2010). As rugosidades criadas constituem macro e micro retenções, o que parece estar relacionado a retenção mecânica entre as camadas. Este aspecto tem sido referido, em estudos anteriores, como o factor mais importante para a obtenção de elevadas forças de adesão (Brosh *et al.*, 1997; Oztas *et al.*, 2003; Bonstein *et al.*, 2005; Kimyai *et al.*, 2010).

Estudos referem que a aplicação deste tratamento de superfície originou forças de adesão diferentes, e possivelmente este achado está relacionado com a constituição da resina, que influencia o resultado do tratamento de superfície (Kimyai *et al.*, 2010).

Quanto ao tempo de aplicação do jacto de óxido de alumínio, a maioria dos estudos aplicou o jacto durante apenas 10 segundos e obteve superfícies muito irregulares (Brosh *et al.*, 1997; Souza *et al.*, 2008; Costa *et al.*, 2010; Kimyai *et al.*, 2010), logo à partida também seria de esperar que o mesmo se verificasse neste estudo onde a aplicação foi de 15 segundos.

Grupo 5 - bicarbonato de sódio

O tratamento de superfície com jacto de bicarbonato provocou alterações de superfície pouco acentuadas nas amostras condicionadas, o que parece estar de acordo com estudos anteriores (Brosh *et al.*, 1997; Yesilyurt *et al.*, 2009; Bayram *et al.*, 2011).

Uma variável que podia ter afectado os resultados era o tempo de aplicação do jacto de bicarbonato. No entanto, a maioria dos estudos também fizeram jacteamto durante 15 segundos e obtiveram resultados semelhantes (Brosh *et al.*, 1997; Yesilyurt *et al.*, 2009; Bayram *et al.*, 2011). Salami & Luz, em 2003, aplicaram jacteamto durante 20 segundos e não encontraram diferenças face ao grupo controlo. A ausência de rugosidades está possivelmente relacionada com a diferença de dureza entre as partículas de bicarbonato de sódio e as partículas de carga da resina, ou seja o jacteamto não tem efeito na remoção das partículas de carga (Salami & Luz, 2003).

Fazendo uma análise comparativa, o grupo que apresentou alterações de superfícies mais significativas, foi o grupo do jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm.

As diferenças observadas entre o jacto de óxido de alumínio e a broca diamantada, podem possivelmente estar relacionadas com a diferença de tamanho das partículas abrasivas da broca e, do jacto. Costa e seus colaboradores, em 2010, afirmaram que esta diferença morfológica, estava relacionada com um padrão menos retentivo criado pela broca, uma vez que, apesar do tamanho das partículas de óxido de alumínio e da broca serem semelhantes, a quantidade de partículas emitidas pelo jacto é superior, o que poderá explicar o seu padrão mais rugoso (Costa *et al.*, 2010).

Relativamente ao grupo tratado com jacteamto com bicarbonato de sódio, a criação de um padrão menos rugoso pode estar relacionada com a menor dureza das partículas do jacto de bicarbonato de sódio em comparação com as partículas do jacto de óxido de alumínio e do grão da broca diamantada. O ácido fosfórico teve uma acção limitada face aos grupos mencionados anteriormente, podendo estar relacionado com a capacidade do ácido dissolver as partículas de carga e com as características destas mesmas partículas.

O facto da resina em estudo ser nanoparticulada pode também ter influenciado os resultados, visto que os resultados do tratamento de superfície dependem da sua

constituição (Júnior *et al.*, 2009). Por um lado, as partículas de carga do Filtek Supreme XT são de sílica e zircónia, que são mais resistentes ao desgaste (Loomans *et al.*, 2011). Por outro lado, quando são submetidos a jactamento da superfície o que acontece é que os *clusters* desintegram-se, deixando a superfície com marcas arredondadas (Mitra *et al.*, 2003; Júnior *et al.*, 2009). Os *clusters* das resinas nanoparticuladas possivelmente favorecem a adesão visto que morfologicamente são esferas irregulares e, consequentemente podem favorecer a retenção mecânica (Curtis *et al.*, 2008).

É necessário, no entanto, ressaltar as limitações do presente estudo, como o número limitado de espécimes (n=15), idealmente a amostra deveria ser mais alargada. Outra limitação é o facto de ter sido utilizado apenas um tipo de resina composta e, possivelmente, poderiam ter sido testados outros tipos de compósitos, de modo a observar até que ponto o mesmo tratamento de superfície produz efeitos diferentes face a compósitos diferentes.

Por fim, tendo em conta que este é um estudo *in vitro*, este estudo pretende apenas simular os resultados obtidos num paciente no qual fosse realizada uma reparação de compósito intra-oral. Da vasta literatura consultada não foi encontrado nenhum estudo *in vivo*, o que torna difícil de prever o comportamento dos materiais e o sucesso nestas condições (Shahdad & Kennedy, 1998)

CONCLUSÃO

Perante a vasta literatura existente, a reparação de resinas compostas, em vez da sua substituição, surge como uma opção válida e testada em numerosos trabalhos *in vitro*. Um dos passos fundamentais neste processo é o tratamento de superfície, que, idealmente, deve criar alterações morfológicas na superfície possibilitando a adesão subsequente de compósito.

Ressalvando as limitações deste estudo referidas anteriormente na discussão, conclui-se que, após visualização das amostras ao SEM, o tratamento de superfície induz alterações de superfície em resina composta, sendo estas mais evidentes em amostras tratadas com jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 μm e broca diamantada e. O Grupo tratado com jacto de bicarbonato de sódio também apresenta alterações na sua superfície, embora com menor intensidade que os dois grupos anteriores.

Por fim, e de acordo com grande variedade de protocolos seria interessante uma uniformização que conduzisse a um protocolo padronizado e, que permitisse ao médico dentista uma escolha mais adequada a cada paciente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bayram M, Yesilyurt C, Kusgoz A, Ulker M, Nur M. Shear bond strength of orthodontic brackets to aged resin composite surfaces: effect of surface conditioning. *Eur Orthod* 2011 33(2): 174-9.
2. Beun S, Glorieux T, Devaux J, Vreven J, Leloup G. Characterization of nanofilled compared to universal and microfilled composites. *Dent Mat* 2007 23(1): 51-59.
3. Blum IR, Schrieffer A, Heidemann D, Mjor IA, Wilson NHF. The repair of direct composite restorations: an international survey of the teaching of operative techniques and materials. *Eur J Dent Educ* 2003 7: 41-48.
4. Bonstein T, Garlapo D, Junior JD, Bush PJ. Evaluation of varied repair protocols applied to aged composite resin. *J Adhes Dent* 2005 7(1): 41-49.
5. Bouschlicher MR, Reinhardt JW, Vargas MA. Surface treatment techniques for resin composite repair. *Am J Dent* 1997 10: 279-283.
6. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R. Effect of combinations of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 1997 77(2): 122-126.
7. Burnett LH, ShinKai RSA, Eduardo CP. Tensile bond strength of a one-bottle adhesive system to indirect composites treated with Er:YAG laser, air abrasion, or fluoridric acid. *Photomed Laser Surg* 2004 22(4): 351-356.
8. Catelan A, Briso ALF, Sundfeld RH, Santos PH. Effect of artificial aging on the roughness and microhardness of sealed composites. *J Esthet Restor Dent* 2010 22 (5): 324–331.
9. Cavalcanti AN, Lima AF, Peris AR, Mitsui FH, Marchi GA. Effect of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Esthet Restor Dent* 2007 19: 90–99.
10. Cavalcanti AN, Lobo NM, Fontes CM, Liporoni P, Mathias P. Microleakage at the composite-repair interface: effect of different surface treatment methods. *Oper Dent* 2005 30(1): 113-117.
11. Chen J-H, Matasumura H, Atsuta M. Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. *Oper Dent* 1998 23: 250-257.

12. Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res* 2010 89(6): 549-60.
13. Costa TRF, Ferreira SQ, Klein CA, Loguercio AD, Reis A. Durability of surface treatments and intermediate agents used for repair of a polished composite. *Oper Dent* 2010 35(2): 231-237.
14. Curtis AR, Shortall AC, Marquis PM, Pallin WM. Water uptake and strength characteristics of a nanofilled resin based composite. *J Dent* 2008 36: 186-193.
15. Dall'Oca S, Papacchini F, Goracci C, Cury AH, Suh BI, Tay FR, Polimeni A, Ferrari M. Effect of oxygen inhibition on composite repair strength over time. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2007 81(B) 493-498.
16. Dall'Oca S, Papacchini F, Radovic I, Polimeni A, Ferrari M. Repair potential of a laboratory-processed nano-hybrid resin composite. *J Oral Sci* 2008 50(4): 403-412.
17. Denehy G, Bouschlicher M, Vargas M. Intraoral repair of cosmetic restorations. *Dent Clin North Am* 1998 42(4).
18. Eliades GC, Caputo AA. The strength of layering technique in visible light-cured composites. *J Prosthet Dent* 1989 61: 31-38.
19. Ernst CP, Canbek K, Euler T, Willershausen B. In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing. *Clin Oral Invest* 2004 8:130-138.
20. Fawzy AS, Ei-Askary FS, Amer MA. Effect of surface treatments on the tensile bond strength of repaired water-aged anterior restorative micro-fine hybrid resin composite. *J Dent* 2008 36(12): 969-976.
21. Ferracane JL. Resin composite-State of art. *Dent Mat* 2011 27(1): 29-38
22. Filho HN, D'Azevedo MTFS, Nagem HD, Marsola FP. Surface roughness of composite resins after finishing and polishing. *Braz Dent J* 2003 14(1): 37-41.
23. Finger WJ, Lee KS, Wolfgang P. Monomers with low oxygen inhibition as enamel/dentin adhesives. *Dent Mat* 1996 12: 256-261.
24. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent* 1999 27: 89-99.
25. Ghivari S, Chandak M, Manvar N. Role of oxygen inhibited layer on shear bond strength of composites. *J Conserv Dent* 2010 13(1): 39-41.
26. Gordan VV, Garvan CW, Blaser PK, Mondragon E, Mjör IA. A long-term evaluation of alternative treatments to replacement of resin-based composite

- restorations: results of a seven-year study. *J Am Dent Assoc* 2009 140: 1476-1484.
27. Gordan VV, Shen C, Riley III J, Mjor IA. Two-year clinical evaluation of repair versus replacement of composite restorations. *J Esthet Restor Dent* 2006 18: 144–154.
 28. Hannig C, Laubach S, Hahn P, Attin T. Shear bond strength of repaired adhesive filling materials using different repair procedures. *J Adhes Dent* 2006 8(1): 35-40.
 29. Jandt KD, Sigusch BW. Future perspectives of resin-based dental materials. *Dent Mat* 2009 8: 1001–6.
 30. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-art review. *Dent Clin Am* 2007 51: 379-397.
 31. Jones CS, Billington RW, Pearson GJ. Interoperator variability during polishing. *Quintessence Int* 2006 37(3): 183-190.
 32. Jung M, Eichelberger K, Klimek J. Surface geometry of four nanofiller and one hybrid composite after one-step and multiple-step polishing. *Oper Dent* 2007 32(4) 347-355.
 33. Junior SAR, Ferracane JL, Bona AD. Influence of surface treatments on the bond strength of repaired resin composite restorative materials. *Dent Mat* 2009 25: 442-451.
 34. Kimyai S, Mohammadi N, Navimipour EJ, Rikhtegaran S. Comparison of the effect of three mechanical surface treatments on the repair bond strength of a laboratory composite. *Photomed Laser Surg* 2010 28(2): S25-S30.
 35. Kupiec KA, Barkmeier WW. Laboratory evaluation of surface treatments for composite repair. *Oper Dent* 1996 21: 59-62.
 36. Leinfelder KF. New developments in resin restorative systems. *J Am Dent Assoc* 1997 128: 573-581.
 37. Li J. Effects of surface properties on bond strength between layers of newly cured dental composites. *J Oral Rehabil* 1997 24: 358-360.
 38. Loomans BAC, Cardoso MV, Opdam NJM, Roeters FJM, De Munck J, Huysmans MCDNJM, Meerbeek BV. Surface roughness of etched composite resin in light of composite repair. *J Dent* 2011 39: 499-505.

39. Lucena-Martin C, González-Lopéz S, Mondelo JMN. The effect various treatments and bonding agents on the repaired strength of heat-treated composites. *J Prosthet Dent* 2001 86(5): 481-488.
40. Maneenut C, Sakoolnamarka R, Tyas MJ. The repair potential of resin composite materials. *Dent Mat* 2011 27(2):20-7.
41. Manhart J, Kunzelmann KH, Chen H, Hichel R. Mechanical properties and wear behavior of light-cured packable composite resins. *Dent Mat* 2000 16: 33-40.
42. Mitra SB, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. *JADA* 3003 134(10): 1382-90.
43. Mjor IA, Moorhead JE, Dahl JE. Reasons for replacement of restorations in permanent teeth in general dental practice. *Int Dent J* 2000 50(6): 361-366.
44. Moncada G, Martin J, Fernández E, Hempel MC, Mjör IA, Gordan VV. Sealing, refurbishment and repair of class I and class II defective restorations: A three-year clinical trial. *J Am Dent Assoc* 2009 140: 425-432.
45. Ozcan M, Alander P, Vallittu PK, Huysmans MC, Kalk W. Effect of three surface conditioning methods to improve bond strength of particulate filler resin composites. *J Mater Sci Mater Med* 2005 16: 21-27.
46. Ozcan M, Barbosa AH, Melo RM, Galhano GAP, Bottino MA. Effect of surface conditioning methods on the microtensile bond strength of resin composite to composite after aging conditions. *Dent Mat* 2007 23: 1276-1282.
47. Ozcan M, Cura C, Brendeke J. Effect of aging conditions on the repair bond strength of a microhybrid and a nanohybrid resin composite. *J Adhes Dent* 2010 12(6): 451-459.
48. Oztas N, Alaçam A, Bardakcy Y. The effect of air abrasion with two new bonding agents on composite repair. *Oper Dent* 2003 28(2): 149-154.
49. Padipatvuthikul P, Mair LH. Bonding of composite to water aged composite with surfasse treatment. *Dent Mat* 2007 23(4): 519-25.
50. Papacchini F, Dall'Oca S, Chieffi N, Goracci C, Sadek FT, Suh BI, Tay FR, Ferrari M. Composite-to-composite microtensile bond strength in the repair of a microfilled hybrid resin: Effect of surface treatment and oxygen inhibition. *J Adhes Dent* 2007 9(1): 25-31.
51. Puckett AD, Fitchie JG, Kirk PC, Gamblin J. Direct composite restorative materials. *Dent Clin N Am* 2007 51: 659-675.

52. Rathke A, Tymina Y, Haller B. Effect of different surface treatments on the composite–composite repair bond strength. *Clin Oral Invest* 2009 13: 317–323.
53. Rawls RH, Esquivel-Upshaw J. Resinas restauradoras. In: Phillips' materiais dentários 2005. 11ª Ed. Saunders Elsevier. Rio de Janeiro. pp.375-417.
54. Rinastiti M, Özcan M, Siswomihardjo W, Busscher HJ. Effects of surface conditioning on repair bond strengths of non-aged and aged microhybrid, nanohybrid, and nanofilled composite resins. *Clin Oral Invest* 2010 Epub.
55. Rossomando KJ, Junior SLW. Thermocycling and dwell times in microleakage evaluation for bonded restorations. *Dent Mat* 1995 11: 47-51.
56. Rueggeberg FA. From vulcanite to vinyl, a history of resins in restorative dentistry. *J Prosthet Dent* 2002 87(4): 364-79.
57. Rueggeberg FA, Maargeson DH. The effect of oxygen inhibition on an unfilled/filled composite system. *J Dent Res* 1990 69(10): 1652-1658.
58. Salami D, Luz MAAC. Effect of prophylactic treatments on superficial roughness of dental issues and of two esthetic restorative materials. *Pesqui Odont Bras* 2003 17(1): 63-8.
59. Schemehorn B, González-Cabezas C, Joiner A. A SEM evaluation of a 6% hydrogen peroxide tooth whitening gel on dental materials in vitro. *J Dent* 2004 32(1): 35-9.
60. Shahdad SA, Kennedy JG. Bond strength of repaired anterior composite resins: an in vitro study. *J Dent* 1998 26: 685-694.
61. Sharif MO, Fedorowicz Z, Tickle M, Brunton PA. Repair or replacement of restorations: do we accept built in obsolescence or do we improve the evidence? *Br Dent J* 2010 209(4): 171-174.
62. Shawkat ES, Shortall AC, Addison O, Palin Wm. Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *Dent Mat* 2009 25: 1338-1346.
63. Souza EM, Francischone CE, Powers JM, Rached RN, Vieira S. Effect of different surface treatments on the repair bond strength of indirect composites. *Am J Dent* 2008 21(2): 93-96.
64. Stoddard JW, Johnson GH. An evaluation of polishing agents for composite resins. *J Prosthet Dent* 1991 65(4): 491-495.

65. Summit JB. Nomenclature and instruments. In: Fundamentals of operative dentistry- a contemporary approach 2001 2^a Ed Quintessence Books. Illinois. pp 141
66. Swift Jr EJ, LeValley BD, Boyer DB. Evaluation of new methods for composite repair. Dent Mat 1992 8: 362-365.
67. Tezvergil A, Lassila LVJ, Vallittu PK. Composite- composite repair bond strength: effect of different adhesion primers. J Dent 2003 31: 521-525.
68. Truffier-Boutry D, Place E, Devaux J, Leloup G. Interfacial layer characterization in dental composite. J Oral Rehabil 2003 30: 74-77.
69. Turkmen C, Sazak H, Gunday M. Effects of the Nd:YAG laser, air-abrasion, and acid-etchant on filling materials. J Oral Rehabil 2006 33: 64-69.
70. Turkun LS, Turkun M. The effect of one-step polishing system on the surface roughness of three esthetic resin composite materials. Oper Dent 2004 29(2): 203-211.
71. Turssi CP, Ferracane JL, Ferracane LL. Wear and fatigue behavior of nano-structured dental resin composites. J Biomed Mat Res 2006 78(B): 196–203.
72. Watanabe T, Miyazaki M, Takamizawa T, Kurokawa H, Rikuta A, Ando S. Influence of polishing duration on surface roughness of resin composites. J Oral Sci 2005 47(1): 21-25.
73. Yesilyurt C, Kusgoz A, Bayram M, Ulker M. Initial repair bond strength of a nano-filled hybrid resin: effect of surface treatments and bonding agents. J Esthet Restor Dent 2009 21(4): 251–261.

Anexo I

[Abreviaturas]

ABREVIATURAS

°C graus centígrados

mm milímetro

nm nanómetro

µm micrómetro

HEMA 2-hidroxietil metacrilato

BIS GMA bisfenol A-glicidil dimetacrilato

et al. et alii

TEG DMA trietilenoglicol dimetacrilato

UDMA uretano dimetacrilato

Bis-ema bisfenol A etoxilato dimetacrilato

Anexo II

[Índice de figuras e tabelas]

Índice de figuras e tabelas

Fig 1 - Tratamento com ácido fosfórico a 35%.....	19
Fig 2 - Tratamento com broca diamantada.....	20
Fig 3 - Tratamento com jacto de óxido de alumínio.....	20
Fig 4 - Tratamento com jacto de bicarbonato de sódio.....	20
Fig 5 - Fotografia de SEM de amostra sem tratamento de superfície (250x)....	21
Fig 6 - Fotografia de SEM de amostra sem tratamento de superfície (500x)....	21
Fig 7 - Fotografia de SEM de amostra tratada com ácido fosfórico com 35% (250x).....	21
Fig 8 - Fotografia de SEM de amostra tratada com ácido fosfórico com 35% (500x).....	21
Fig 9 - Fotografia de SEM de amostra tratada com broca diamantada (250x)...	22
Fig 10 - Fotografia de SEM de amostra tratada com broca diamantada (500x)...	22
Fig 11 - Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm (250x).....	22
Fig 12 - Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm (500x).....	22
Fig 13 - Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de bicarbonato de sódio (250x).....	23
Fig 14 - Fotografia de SEM de amostra tratada com jacto de bicarbonato de sódio (500x).....	23
Tabela 1 Classificação dos compósitos e conteúdo de carga.....	4

Anexo III

[Procedimento laboratorial]

Nome	Fabricante	Composição da matriz	Lote e validade
Filtek Supreme XT	3M ESPE	BIS-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA Partículas de óxido zircônia/sílica em aglomerados com 0,6 a 1,4 µm 59,5% de volume em partículas de carga	9YC 2011-11

Tabela 2 – Características da resina composta utilizada.

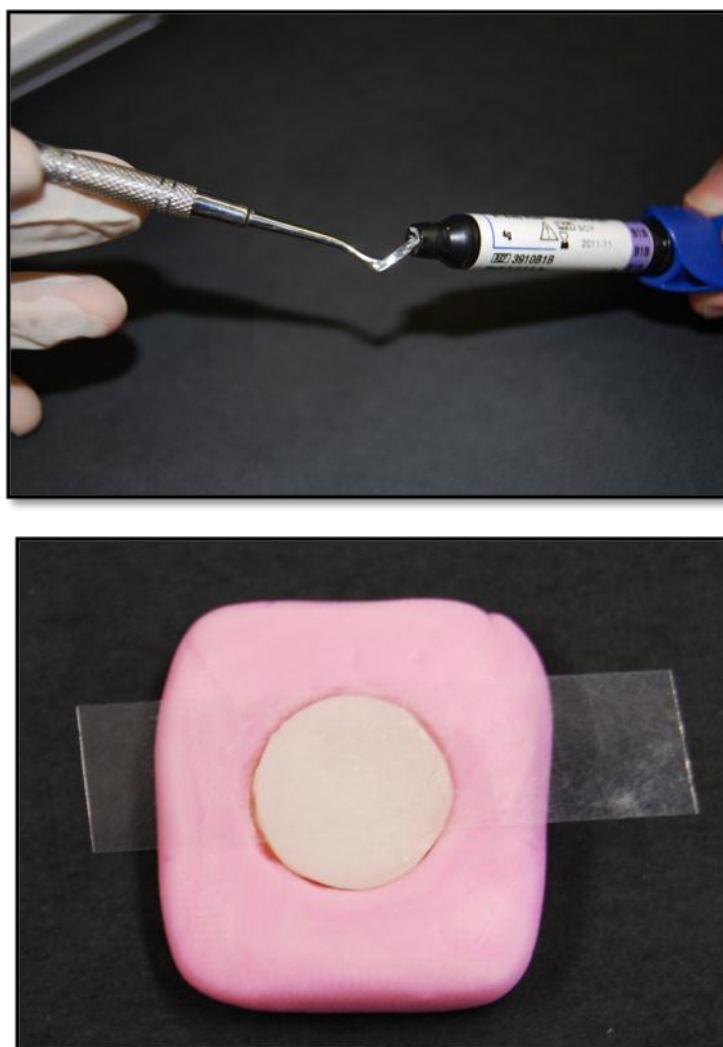


Fig 15 – Inserção da resina com espátula e disco de compósito inserido no molde de silicone .

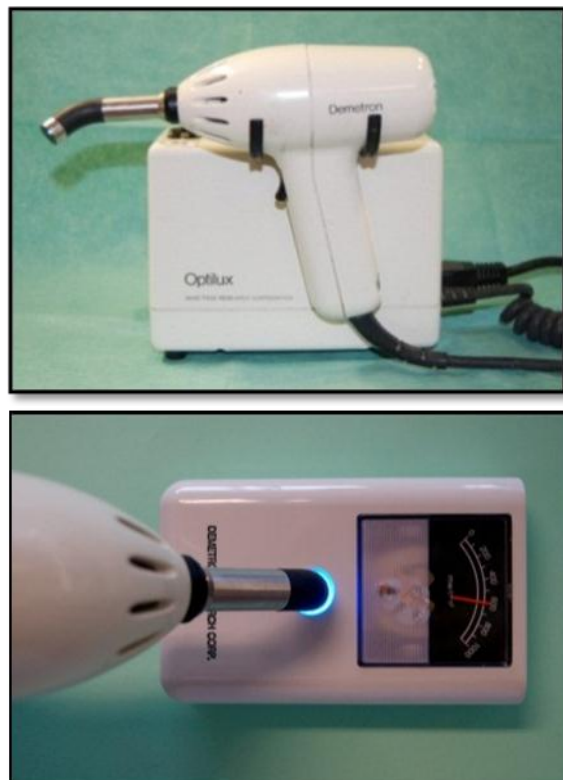


Fig 16 – Fotopolimerizador e radiômetro.

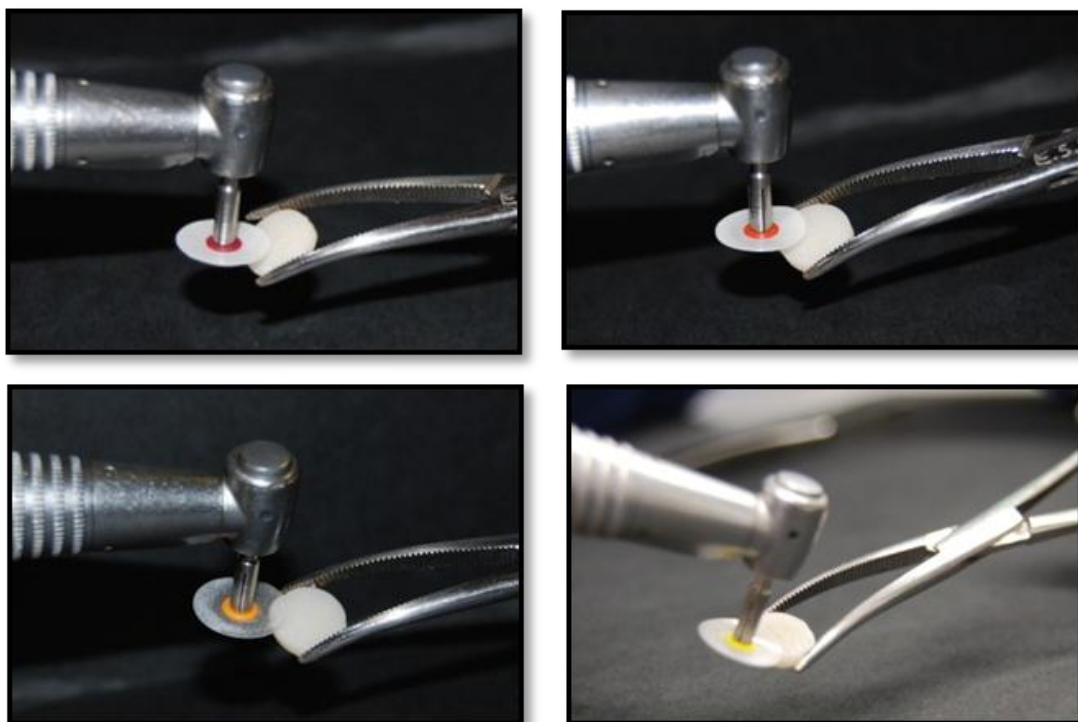


Fig 17 – Polimento com discos de polimento.



Fig 18 – Estufa.



Fig 19 – Pulverização catódica com partículas de ouro.



Fig 20 – Microscópio electrónico de varrimento.

Anexo IV

[Imagens de SEM]

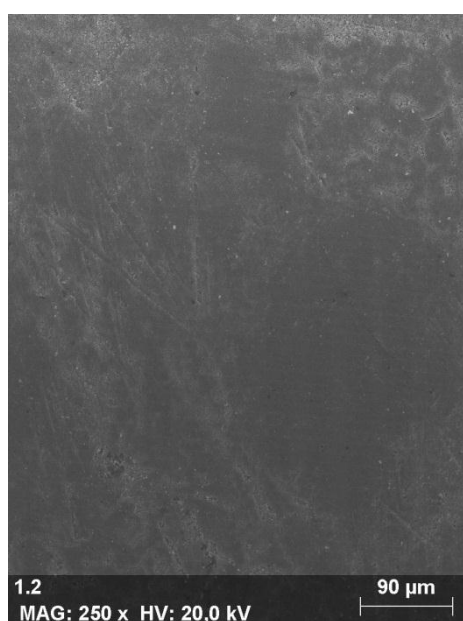
Grupo 1 - Grupo de Control



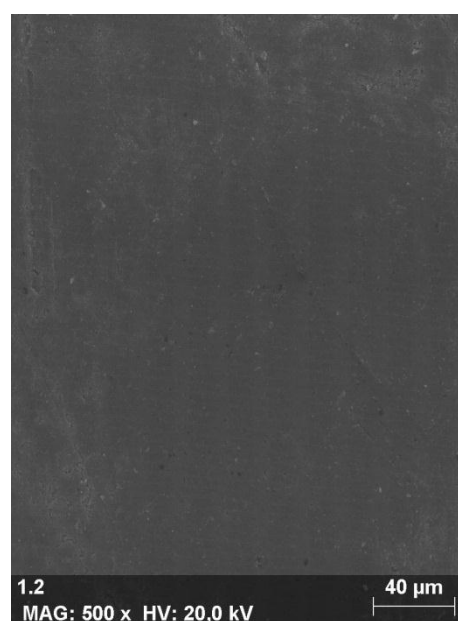
A



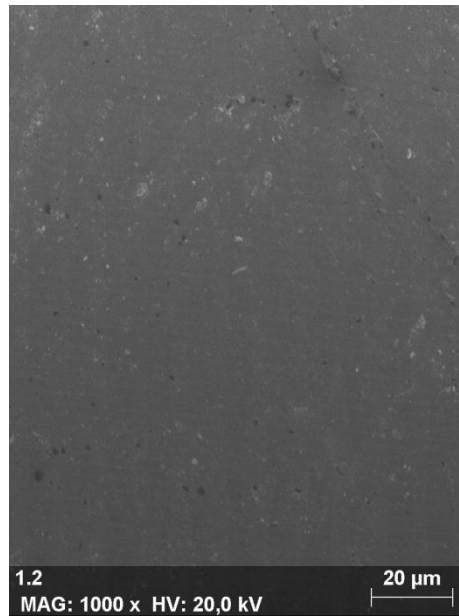
B



C



D



E

Fotografias de SEM de amostras do grupo -controlo:

A – Ampliação 33x

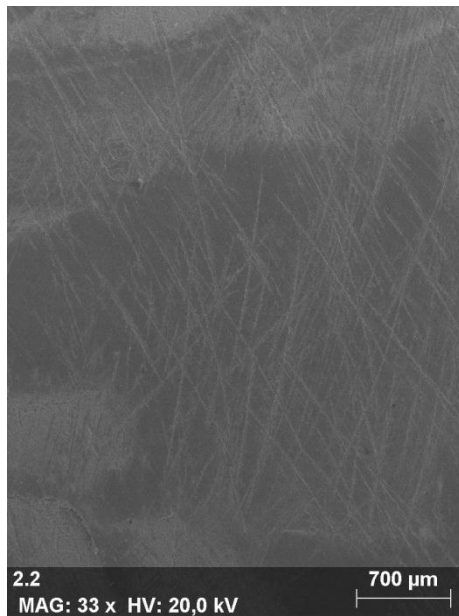
B – Ampliação 150x

C - Ampliação 250x

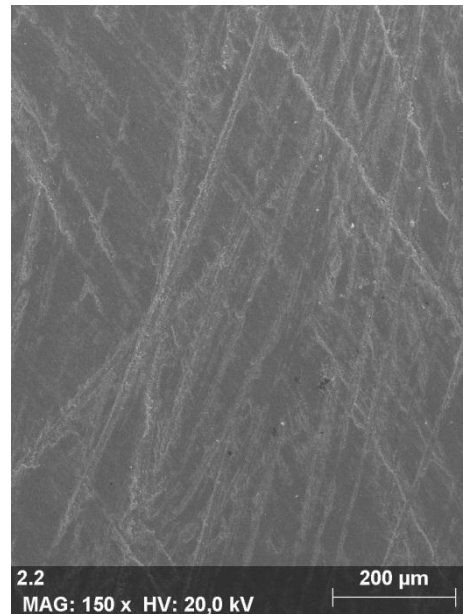
D – Ampliação 500x

E – Ampliação 1000x

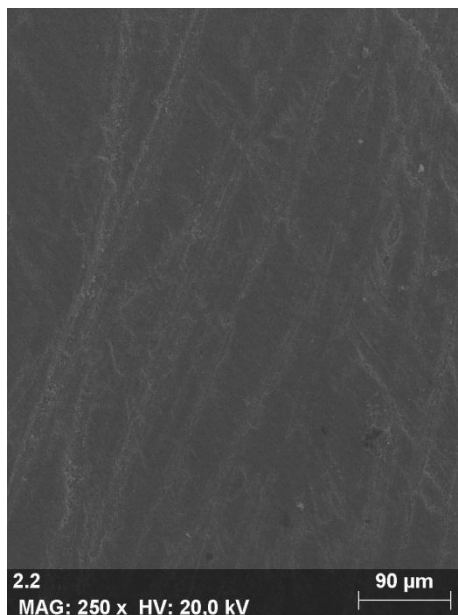
Grupo 2 - Ácido fosfórico a 35%



A



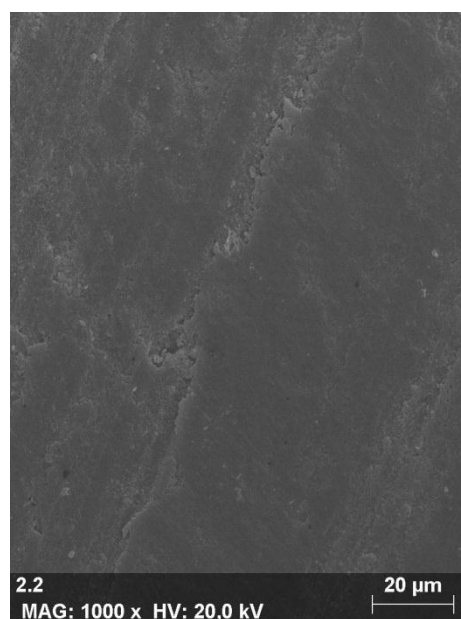
B



C



D



E

Fotografias de SEM de amostras do grupo 2- ácido fosfórico a 35%:

A – Ampliação 33x

B – Ampliação 150x

C - Ampliação 250x

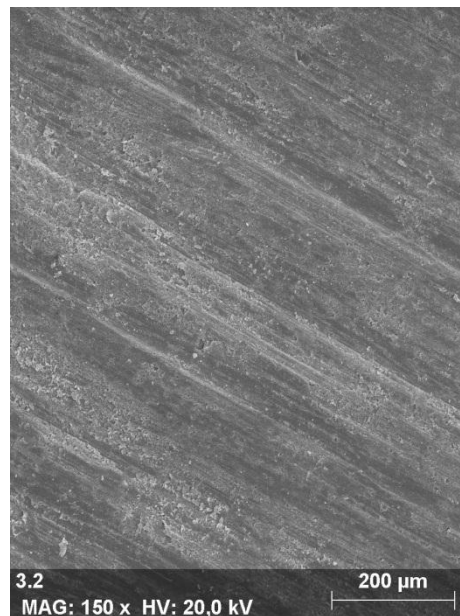
D – Ampliação 500x

E – Ampliação 1000x

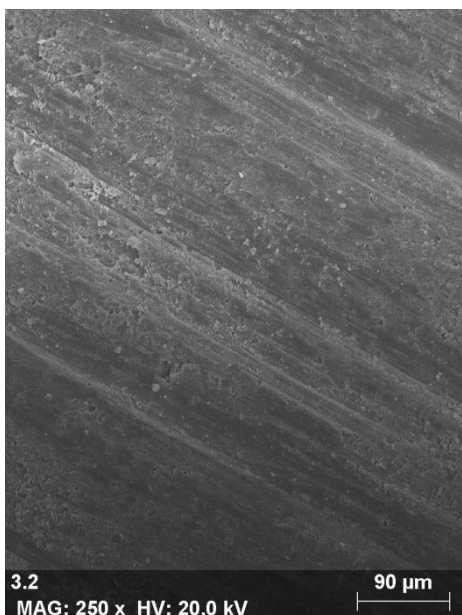
Grupo 3 – Broca diamantada



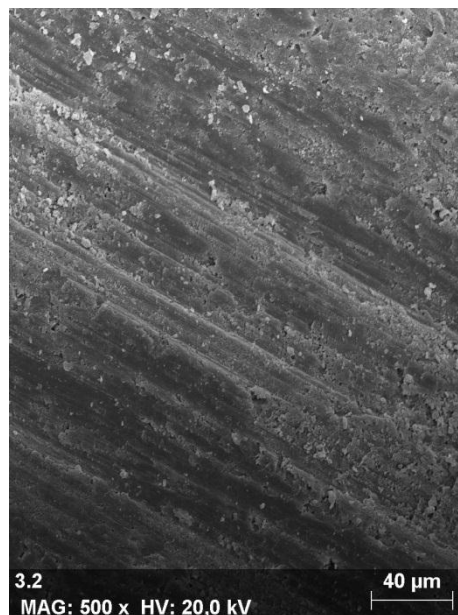
A



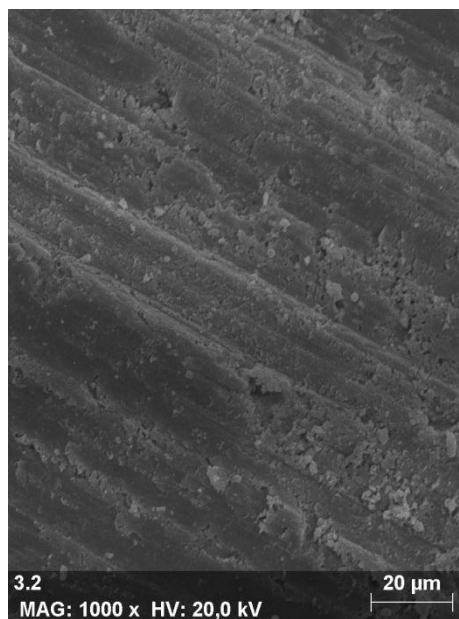
B



C



D



E

Fotografias de SEM de amostras do grupo 3- broca diamantada:

A – Ampliação 33x

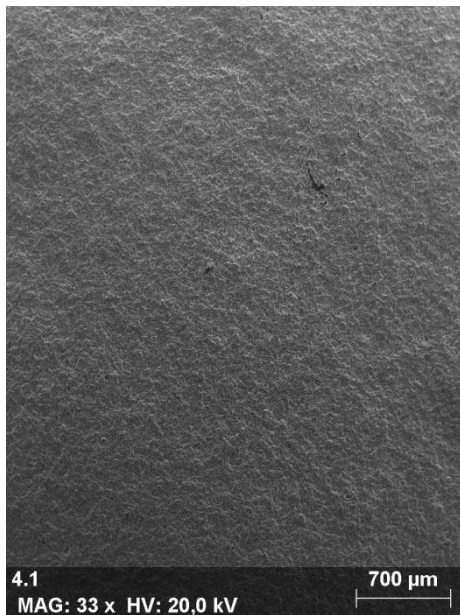
B – Ampliação 150x

C - Ampliação 250x

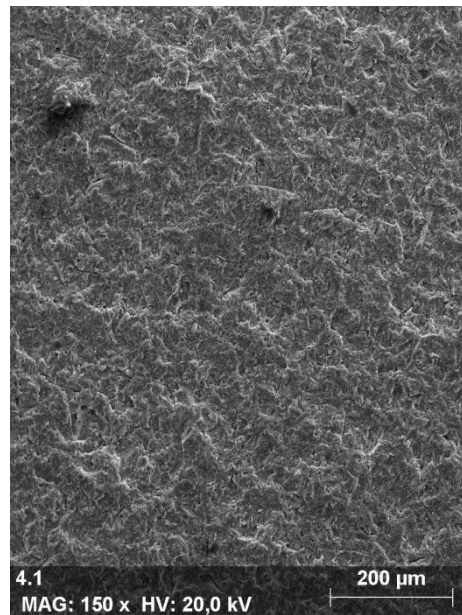
D – Ampliação 500x

E – Ampliação 1000x

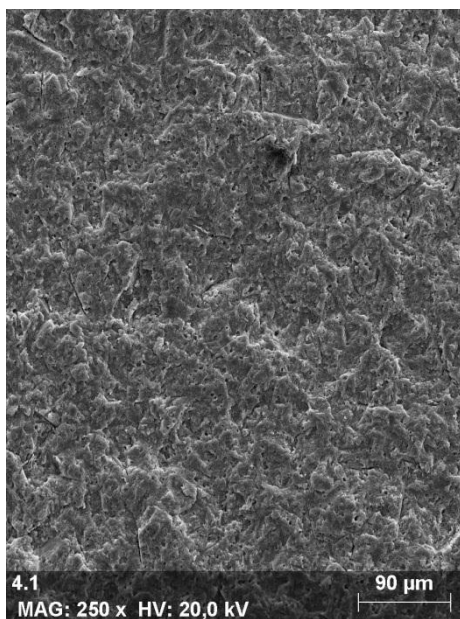
Grupo 4 – Jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 μm



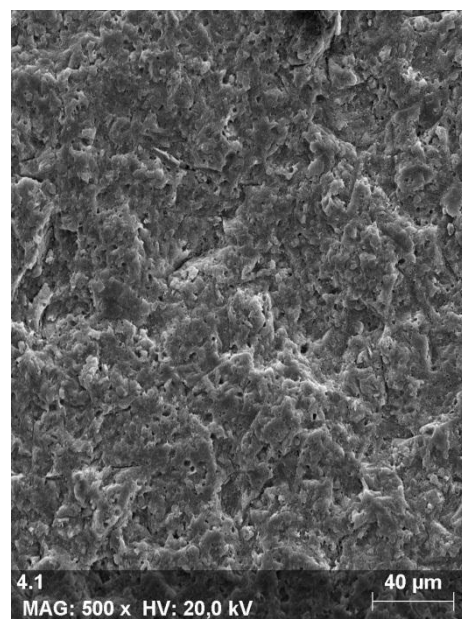
A



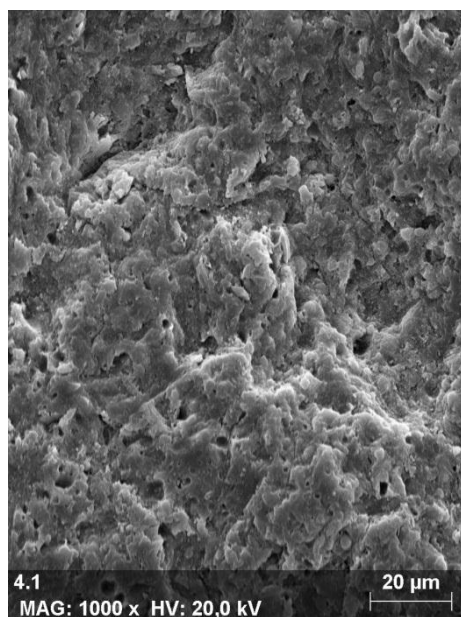
B



C



D



E

Fotografias de SEM de amostras do grupo 4- jacto de óxido de alumínio com partículas de 50 µm:

A – Ampliação 33x

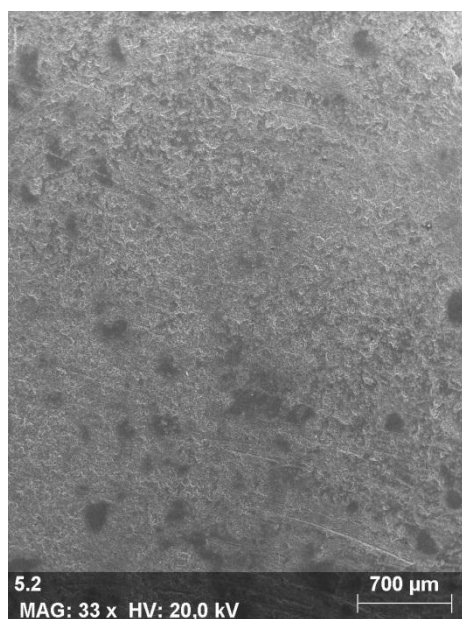
B – Ampliação 150x

C - Ampliação 250x

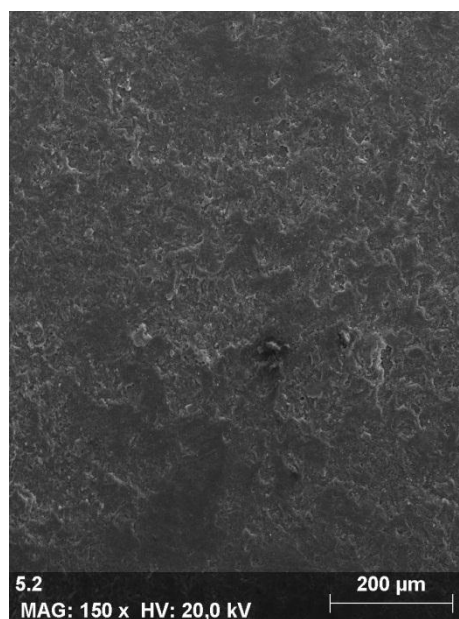
D – Ampliação 500x

E – Ampliação 1000x

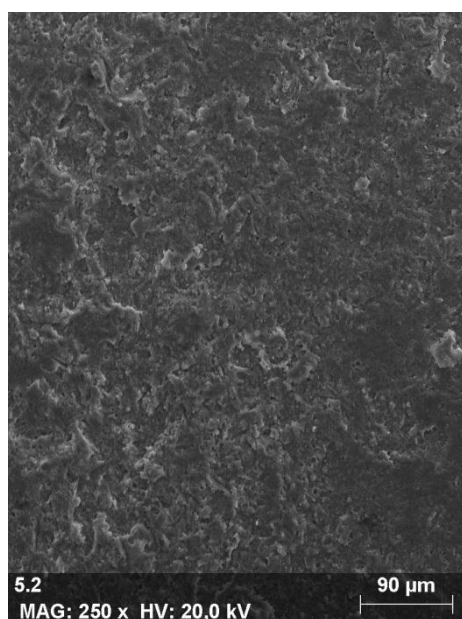
Grupo 5 – Bicarbonato de sódio



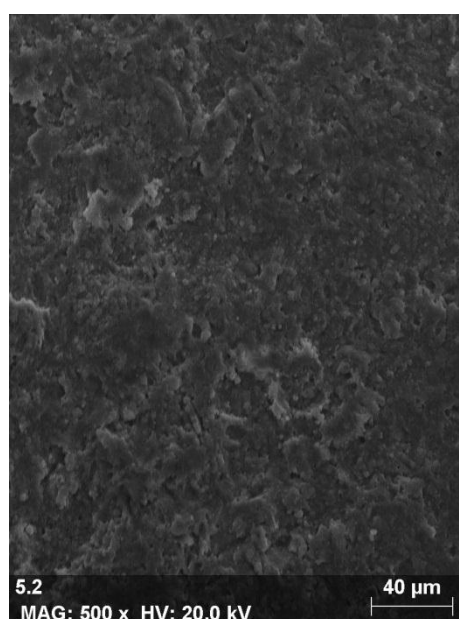
A



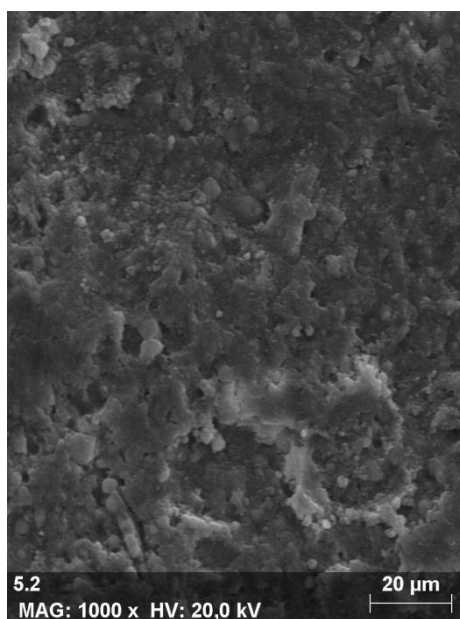
B



C



D



E

Fotografias de SEM de amostras do grupo 5- bicarbonato de sódio:

A – Ampliação 33x

B – Ampliação 150x

C - Ampliação 250x

D – Ampliação 500x

E – Ampliação 1000x

